

## Table Des Matières

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Dédicace                   |    |
| Remerciement .....         | 2  |
| Table des matières .....   | 3  |
| Liste des figures .....    | 7  |
| Liste des tableaux .....   | 9  |
| Introduction générale..... | 10 |

### Chapitre I : GENERALITES & CONCEPTS DE BASE

|             |                                                                    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| I.1.        | Introduction .....                                                 | 11 |
| I.2.        | Origines historiques.....                                          | 11 |
| I.3.        | Historique et techniques de fabrication de faïence .....           | 11 |
| I.4.        | Généralité sur les stocks.....                                     | 12 |
| I.4.1.      | Définition des stocks .....                                        | 12 |
| I.4.2.      | La manutention des matériaux lors de la production.....            | 13 |
| I.4.3.      | Les unités de stockage et la manutention des produits stockés..... | 14 |
| I.4.4.      | Les inconvénients des unités de stockages et manutention .....     | 15 |
| I.5.        | Généralités sur les convoyeurs de transport.....                   | 16 |
| I.5.1.      | Définition des convoyeurs .....                                    | 16 |
| I.5.2.      | Classification des convoyeurs.....                                 | 17 |
| I.5.2.1.    | Convoyeur aérien.....                                              | 17 |
| I.5.2.2.    | Convoyeur au sol .....                                             | 17 |
| I.5.2.2.1   | Les types des convoyeurs au sol.....                               | 18 |
| I.5.2.2.1.1 | Convoyeur à rouleaux.....                                          | 18 |
| I.5.2.2.1.2 | Convoyeur à courroie.....                                          | 18 |
| I.5.2.2.1.3 | Convoyeur à chaîne .....                                           | 19 |
| I.5.2.2.1.4 | Le portillon pivotant .....                                        | 19 |
| I.5.2.2.1.5 | Convoyeur à bande .....                                            | 20 |
| I.5.2.2.1.6 | Le portillon relevable .....                                       | 20 |
| I.5.2.2.1.7 | Le convoyeur gigogne .....                                         | 20 |
| I.5.2.2.1.8 | Le convoyeur à rouleaux commandés par arbre de transmission.....   | 21 |
| I.5.2.2.1.9 | Le convoyeur télescopique... ..                                    | 21 |
| I.5.3.      | Les avantages des convoyeurs.....                                  | 21 |
| I.6.        | Présentation et l'historique de la société CERAMIR .....           | 22 |
| I.6.1.      | Organigramme de l'entreprise .....                                 | 24 |
| I.6.2.      | Le fonctionnement de l'entreprise... ..                            | 25 |
| I.6.2.1     | Les services de la société et leurs rôles .....                    | 25 |
| I.7.        | conclusion .....                                                   | 28 |

## **Chapitre II : LE PROCESSUS DE PRODUCTION & PROBLEMATIQUE**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1. Introduction .....                                                        | 29 |
| II.2. Processus de production des carreaux céramique pour revêtement mural..... | 29 |
| II.2.1. Entreposage des matières premières.....                                 | 29 |
| II.2.1.1. Contrôle des matières premières .....                                 | 30 |
| II.2.2. La préparation des produits semi finis .....                            | 30 |
| II.2.2.1. Préparation de la barbotine & Granulat .....                          | 30 |
| II.2.2.1.1. Le pesage .....                                                     | 31 |
| II.2.2.1.2. Le broyage .....                                                    | 31 |
| II.2.2.1.3. Contrôle de la barbotine.....                                       | 32 |
| II.2.2.1.4. Séchage et atomisation.....                                         | 32 |
| II.2.2.1.4.1. Stockage–Tamisage .....                                           | 32 |
| II.2.2.1.4.2. Atomisation.....                                                  | 33 |
| II.2.2.1.4.3. Contrôle de granulat.....                                         | 34 |
| II.2.2.2. Préparation des Fritte, émaux et engobes.....                         | 34 |
| II.2.2.2.1. Préparation des frites.....                                         | 35 |
| II.2.2.2.1.1. Processus de la fusion .....                                      | 35 |
| II.2.2.2.1.2. Contrôle.....                                                     | 36 |
| II.2.2.2.1.3. Certification des frites.....                                     | 36 |
| II.2.2.2.2. Préparation de l'émail et l'engobe .....                            | 36 |
| II.2.2.2.2.1. Préparation de l'émail.....                                       | 36 |
| II.2.2.2.2.2. Préparation l'engobe.....                                         | 36 |
| II.2.2.2.2.3. Contrôle.....                                                     | 36 |
| II.2.2.3. Préparation de la pâte sérigraphique.....                             | 37 |
| II.2.2.3.1. Préparation des tamis Sérigraphie .....                             | 38 |
| II.2.3. La chaîne de production des faïences .....                              | 39 |
| II.2.3.1. La préparation des biscuits.....                                      | 39 |
| II.2.3.1.1. Pressage .....                                                      | 39 |
| II.2.3.1.1.1. Contrôle des carreaux crus.....                                   | 40 |
| II.2.3.1.2. Cuisson des biscuits.....                                           | 40 |
| II.2.3.1.2.1. Le contrôle du biscuit.....                                       | 41 |
| II.2.3.1.2.2. Stockage des biscuits.....                                        | 42 |
| II.2.3.1.2.3. Certification du produit pour l'émaillage .....                   | 42 |
| II.2.3.2. Préparation des biscuits émaillés .....                               | 42 |
| II.2.3.2.1. Contrôle des carreaux émaillés.....                                 | 43 |
| II.2.3.2.2. Stockage des carreaux émaillés .....                                | 44 |
| II.2.3.3. Cuisson des biscuits émaillés .....                                   | 44 |
| II.2.3.3.1. Stockage de produit fini avant le triage .....                      | 45 |
| II.2.3.4. Triage et emballage.....                                              | 45 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| II.2.3.5.Stockage .....                              | 46 |
| II.2.4.Schémas de fabrication des faïences .....     | 47 |
| II.3.L'étude Economique .....                        | 47 |
| II.3.1.Etude économique de l'entreprise CERAMIR..... | 47 |
| II.4.La problématique .....                          | 51 |
| II.4.1Anomalies détectées.....                       | 51 |
| II.4.1.1.Machine à ventouse .....                    | 51 |
| II.4.1.1.1. Problèmes mécaniques.....                | 52 |
| II.4.1.1.2.Problèmes électriques .....               | 52 |
| II.4.1.2.Machine sérigraphie .....                   | 52 |
| II.5.Solutions proposées .....                       | 53 |
| II.6.L'objectif.....                                 | 53 |
| II.7.Conclusion .....                                | 54 |

### **Chapitre III : LES SOLUTIONS PROPOSEES & SIMULATION**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.1. Introduction .....                                                                  | 55 |
| III.2. Analyse technique de la situation actuelle.....                                     | 55 |
| III.2.1. Les Problèmes techniques .....                                                    | 55 |
| III.2.2. Les risques et les influences .....                                               | 57 |
| III.3. La description des solutions .....                                                  | 58 |
| III.3.1. Les convoyeurs de la chaine de production .....                                   | 58 |
| III.3.2. Les caractéristiques techniques des convoyeurs .....                              | 60 |
| III.4. Les chaines des liaisons .....                                                      | 61 |
| III.4.1. La chaine de liaison entre FRB & les chaines d'émaillages .....                   | 61 |
| III.4.1.1. La conception de Ligne de liaison entre F.R.B & les chaînes d'émaillages.....   | 62 |
| III.4.2. La chaine de liaison entre la chaine d'émaillage & FRE .....                      | 63 |
| III.4.2.1. La conception de la ligne entre fin d'émaillage & l'entré de F.R.E.....         | 64 |
| III.4.3. Chaine de liaison entre sortie F.R.E & le triage.....                             | 65 |
| III.4.3.1. La conception de la ligne entre F.R.E & le triage.....                          | 65 |
| III.5. La machine de décoration.....                                                       | 66 |
| III.5.1. Description de la fourniture - machine de décoration .....                        | 66 |
| III.5.2. Applications et conditions nécessaires pour installation de l'imprimante DHD..... | 67 |
| III.6. Estimation de production .....                                                      | 68 |
| III.6.1.Synthèse de production période année 2015.....                                     | 68 |
| III.7. La simulation du système .....                                                      | 69 |
| III.7.1.Modèle avant l'installation des chaines de liaison.....                            | 70 |
| III.7.2.Modèle après l'installation des chaines de liaison.....                            | 72 |
| III.8. L'évaluation de l'investissement .....                                              | 73 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| III.9. Conclusion .....       | 74 |
| Conclusion générale .....     | 75 |
| Annexe                        |    |
| Référence et Bibliographique. |    |
| Résumé                        |    |

## Liste des figures

### Chapitre I

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure I.1</b> : Le manipulateur à ventouse.....                                | 14 |
| <b>Figure I.2</b> : Le bras mobile de manutention .....                            | 14 |
| <b>Figure I.3</b> : Les convoyeurs aériens.....                                    | 17 |
| <b>Figure I.4</b> : Convoyeur à rouleau.....                                       | 18 |
| <b>Figure I.5</b> : Convoyeur à courroie.....                                      | 18 |
| <b>Figure I.6</b> : Convoyeur à chaîne .....                                       | 19 |
| <b>Figure I.7</b> : Portillon pivotant.....                                        | 19 |
| <b>Figure I.8</b> : Convoyeur à bande.....                                         | 20 |
| <b>Figure I.9</b> : Portillon relevable.....                                       | 20 |
| <b>Figure I.10</b> : Convoyeur gigogne.....                                        | 20 |
| <b>Figure I.11</b> : Convoyeur à rouleaux commandés par arbre de transmission..... | 21 |
| <b>Figure I.12</b> : Convoyeur télescopique .....                                  | 21 |
| <b>Figure I.13</b> : Lieu d'implantation de CERAMIR .....                          | 22 |
| <b>Figure I.14</b> : organigramme de l'entreprise CERAMIR.....                     | 24 |
| <b>Figure I.15</b> : le fonctionnement de la société.....                          | 25 |
| <b>Figure I.16</b> : La gestion des stocks.....                                    | 26 |
| <b>Figure I.17</b> : Réapprovisionnement fixe périodique.....                      | 27 |

### Chapitre II

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure II.1</b> : Stockage des matières premières.....                                   | 29 |
| <b>Figure II.2</b> : Atelier de préparation de barbotine et granulat.....                   | 30 |
| <b>Figure II.3</b> : Le doseur linéaire.....                                                | 31 |
| <b>Figure II.4</b> : Les moulins à tambours.....                                            | 32 |
| <b>Figure II.5</b> : Stockage et le tamisage de barbotine.....                              | 33 |
| <b>Figure II.6</b> : Un schéma descriptif de l'atomiseur.....                               | 33 |
| <b>Figure II.7</b> : le schéma d'atelier de préparation des frites et émaux.....            | 34 |
| <b>Figure II.8</b> : Les deux types de fritte.....                                          | 35 |
| <b>Figure II.9</b> : Le processus de fusion des frites.....                                 | 35 |
| <b>Figure II.10</b> : les moulins à tambour pour la préparation de l'émail et l'engobe..... | 37 |
| <b>Figure II.11</b> : Atelier de préparation des pâtes sérigraphie.....                     | 37 |
| <b>Figure II.12</b> : Un tamis sérigraphie.....                                             | 39 |
| <b>Figure II.13</b> : Pressage de granulat.....                                             | 40 |
| <b>Figure II.14</b> : Four à rouleau pour cuisson biscuit FRB.....                          | 41 |
| <b>Figure II.15</b> : Stockage de biscuit.....                                              | 42 |
| <b>Figure II.16</b> : L'alimentation des deux chaînes d'émaillage .....                     | 43 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure II.17 :</b> Stockage de biscuit émaillé dans des box.....                      | 44 |
| <b>Figure II.18 :</b> Le déchargement des box et cuisson des carreaux émaillés.....      | 45 |
| <b>Figure II.19 :</b> Stockage des produits finis avant le triage.....                   | 45 |
| <b>Figure II.20 :</b> Triage & Emballage des produits finis.....                         | 46 |
| <b>Figure II.21 :</b> Stockage des Produits finis.....                                   | 46 |
| <b>Figure II.22 :</b> Processus de la production des carreaux de CERAMIR.....            | 47 |
| <b>Figure II.23 :</b> Courbe des ventes de CERAMIR durant les cinq dernières années..... | 48 |

## **Chapitre III**

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure III.1 :</b> Les principaux problèmes dans la chaine de production.....                  | 56 |
| <b>Figure III.2 :</b> Schéma identifier les convoyeurs installé dans la chaine de production..... | 58 |
| <b>Figure III.3 :</b> Le convoyeur à courroie.....                                                | 60 |
| <b>Figure III.4 :</b> La nouvelle chaine de liaison (F.R.B & les chaines émaillages).....         | 62 |
| <b>Figure III.5 :</b> La chaine de liaison entre fin d'émaillage & l'entrée de F.R.E.....         | 64 |
| <b>Figure III.6 :</b> chaine de liaison entre F.R.E & Triage.....                                 | 65 |
| <b>Figure III.7 :</b> Imprimante Numérique Céramique « DHD 708-4/6 TETTES.....                    | 67 |
| <b>Figure III.8 :</b> Modélisation de la chaine de production avant l'installation.....           | 71 |
| <b>Figure III.9 :</b> Résultats obtenus avant l'installation des chaines de liaison.....          | 71 |
| <b>Figure III.10 :</b> Modélisation de la chaine de production après l'installation.....          | 72 |
| <b>Figure III.11 :</b> Résultats obtenus après installation des chaines de liaison.....           | 73 |

## Liste des tableaux

### Chapitre II

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau II.1 :</b> Les ventes de CERAMIR durant les cinq dernières années .....                             | 47 |
| <b>Tableau II.2 :</b> Les comptes des résultats quantitatifs de CERAMIR durant les trois dernières années..... | 48 |
| <b>Tableau II.3 :</b> L'évaluation des rebuts durant les trois dernières années.....                           | 49 |
| <b>Tableau II.4 :</b> Les moyennes de rendement mensuel des ateliers de production .....                       | 50 |

### Chapitre III

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau III.1 :</b> les risques et Les influences des problèmes sur la chaine de production..... | 57 |
| <b>Tableau III.2 :</b> Les caractéristiques des convoyeurs de la chaine de production.....          | 59 |
| <b>Tableau III.3 :</b> opérations projetées et leurs coûts.....                                     | 66 |
| <b>Tableau III.4 :</b> L'évolution de production par jour.....                                      | 68 |
| <b>Tableau III.5 :</b> L'évolution de production par mois.....                                      | 68 |
| <b>Tableau III.6 :</b> L'évolution de production par année 2015 avec la comparaison.....            | 69 |
| <b>Tableau III.7 :</b> Le temps de cycle des ressources.....                                        | 69 |
| <b>Tableau III.8 :</b> La comparaison des performances entre deux systèmes.....                     | 73 |
| <b>Tableau III.9 :</b> Le prix total de l'investissement.....                                       | 74 |

# ***Introduction Générale***

## **Introduction générale :**

L'appellation "céramique" vient du grec "keramos" argile, qui signifie «terre à potier», «argile». Ce terme générique désigne l'ensemble des objets fabriqués à base d'argile (grès, faïence, porcelaine, terre vernissée, terre cuite, raku), ayant subi une transformation au cours d'une cuisson à température variant de 600° à 1350°. On classe la céramique d'art en 4 grandes familles qui se différencient par la mise en œuvre de l'argile, la cuisson et l'enduit vitreux qui les imperméabilise : (Les terres cuites et terres vernissées, Les faïences, Les grès, Les porcelaines)

Ces techniques ont connu une évolution technologique, des différenciations régionales et des successions de progrès et d'emprunts aux autres manufactures ; elles sont encore toutes pratiquées. Dans ce contexte nous intéressons par la fabrication des faïences puisque c'est l'une des plus communes et des plus anciennes techniques utilisées en céramique. La faïence est couramment utilisée pour la finition et la décoration des murs pour les habitations et autres locaux, aussi bien à l'intérieur qu'en extérieur.

En Algérie plusieurs entreprises spécialisée dans la fabrication de ce type de céramique en différent format et chaque une à son propre systèmes et moyenne ; tous ces secteurs industriels sont aujourd'hui soumis à une pression économique importante et à la concurrence nationale de par la globalisation des marchés. Pour répondre à cet état de fait, les entreprises sont contraintes d'innover et d'améliorer le cycle d'élaboration des produits ou processus depuis l'idée jusqu'à la mise sur le marché.

A l'origine de cette situation nous choisissons de faire notre projet fin d'étude dans l'une des grandes sociétés de faïence ; CERAMIR Remchi (Tlemcen) afin de découvrir leur état d'avancement, les grandes problèmes qui lui rencontre et proposer certain solutions qui peuvent aider à assurer leur expansion dans le marché national. Cette société est spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des carreaux de revêtement murale forma (20\*30).

En général, les étapes fondamentales pour obtenir des carreaux céramiques pour revêtement mural sont : l'entreposage et la préparation des matières premières, le façonnage (pressage), le séchage et cuisson des carreaux crus, le traitement des surfaces (par l'émaillage), la cuisson des biscuits émaillés, le triage et l'emballage.

Les équipements de la société de CERAMIR s'exploités pendant plus de vingt années ce qui cause des énorme problèmes de satisfaction client. Des commandes importantes sont refusées vu, le faible taux de production à cause de l'augmentation importante du taux de rebut, le temps d'arrêt dû aux pannes et aux dysfonctionnements des machines.

Dans ce mémoire nous avons étudié et chercher des solutions pour améliorer les performances de la chaine de production (augmenter le rendement et diminuer le taux de rebut) afin de réaliser notre objectif ; nous avons proposé des modifications sur cette chaîne qui consiste à ajouter des convoyeurs de transport entre les étapes de production et une machine de décoration dans la chaine d'émaillage. Notre manuscrit est structuré comme suit :

- Le premier chapitre, permettra de présenter et définir les deux principaux mots clés de ce projet : faïence et convoyeur, ainsi que nous allons donner une brève historique sur la faïence et leur fabrication, puis la généralité sur les stocks et les convoyeurs de transport et nous avons présenté l'entreprise CERAMIR- REMCHI.

- Le second chapitre, consiste à décrire le processus de fabrication de faïence dans l'entreprise CERAMIR, puis nous avons donné leur état économique, étudier les problèmes techniques et aussi il nous acquirera des solutions innovantes qui vont nous aider à améliorer les performances de la chaine de production.

- Le troisième chapitre, s'intéresse la réalisation de notre solution proposée et la simulation par logiciel ARENA pour la comparaison.

Ce travail se termine par une conclusion générale dans laquelle nous avons résumé les points essentiels de notre travail.

# ***Chapitre I***

## ***Généralités & Concepts de base***

## **I.1. Introduction :**

Les produits céramiques sont couramment utilisés pour la finition et la décoration des sols et des murs pour les habitations et autres locaux, aussi bien à l'intérieur qu'en extérieur. Alors dans ce chapitre nous identifions l'historique de céramique et de faïence ainsi que leur technique de fabrication ; une vision générale sur les stocks et leurs unités de manutention ainsi que les convoyeurs de transport qui sont très important dans les chaînes de production puisqu'ils permettent d'éviter les stocks intermédiaires est présentée. Ce chapitre est clôturé par une présentation de la société CERAMIR- REMCHI dans laquelle s'est déroulé notre projet. Cette usine est spécialisée dans la fabrication des carreaux céramique de revêtement mural.

## **I.2. Origines historiques :**

La céramique est un art pratiqué depuis la préhistoire. Elle est née de la transformation sous l'action du feu d'un matériau universellement répandu qui est une terre, "argile". La céramique est classée dans la catégorie des arts de la terre si on prend en compte le matériau qui la constitue matériau. La céramique vient du mot « keramos » qui signifie argile. Le terme céramique est une famille de matériaux : ceux-ci sont la terre cuite, la faïence, le grès, la porcelaine. Les céramiques doivent leurs différences à la composition physique de la pâte, au type de glaçure, et à la chaleur de cuisson. On distingue deux grandes catégories de céramique : l'une à pâte poreuse (faïences, terres cuites et certains grès) et l'autre à pâte imperméable (porcelaines et grès). La céramique a pâte poreuse et plus particulièrement la faïence est considérée comme l'une des plus communes et des plus anciennes techniques utilisées en céramique, Leur découvert au 9<sup>ème</sup> siècle et sa diffusion en Occident à la Renaissance représentèrent une avancée technique majeure. [1]

## **I.3. Historique et techniques de fabrication de faïence :**

La fabrication de faïence est connue depuis l'Antiquité au Moyen et Proche-Orient tel que la plupart des terres cuites de faïence utilisent une terre argileuse de teinte ocre, mélange de potasse, de sable, de feldspath et d'argile. C'est l'un des plus anciens mélanges employés en céramique. Il en existe deux types : la faïence stannifère, recouverte d'une glaçure stannifère (à base d'étain) opaque appelée engobe, qui masque totalement la pâte avec laquelle elle a été façonnée et lui donne son aspect caractéristique blanc et brillant, et la faïence fine, dont la pâte blanche ou légèrement ivoire, précuite puis décorée, est recouverte d'une glaçure plombifère (à base de plomb) transparente.

L'émail stannifère opaque fut découvert vers la fin du 8<sup>ème</sup> et début du 9<sup>ème</sup> siècle, en Mésopotamie et plus particulièrement par les potiers musulmans de l'empire abbasside. Par l'Afrique du Nord, cette technique fut exportée par les musulmans jusqu'en Espagne où la faïence fut produite dès les 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> siècles. De l'Espagne, cette technique gagna la région française

de Marseille, la Sicile et l'Italie où les princes de la Renaissance italienne rivalisèrent entre eux pour avoir la plus belle fabrique de majolique. Là où le mot faïence trouve son origine dans le nom de la ville italienne de Faenza, tandis que l'Angleterre invente la Faïence fine et la fait mondialement connaître dès le 18<sup>ème</sup> siècle.

La diffusion de ce nouveau produit restera limitée à l'Europe méditerranéenne jusqu'au début du 15<sup>ème</sup> siècle. A partir de cette date, les faïences espagnoles à décor métallescent vont connaître un succès considérable dans toute l'Europe mais resteront réservées à une élite qui passe commande de pièces ornées de ses armoiries.

L'Italie, va prendre le relais à partir de la fin du 15<sup>ème</sup> siècle et deviendra rapidement, grâce à certaines innovations techniques et surtout décoratives, le principal fournisseur de la noblesse et de la riche bourgeoisie. Il s'agit avant tout d'une production de luxe qui trouvera son apogée vers le milieu du 16<sup>ème</sup> siècle. A cette époque apparaissent les premières productions françaises capables de concurrencer les ateliers italiens. Elles proviennent essentiellement de Lyon, de Montpellier et à partir du début du 17<sup>ème</sup> siècle, de Rouen et Nevers.

Le 17<sup>ème</sup> siècle vit l'émergence des manufactures de Delft en Hollande, elles même héritières de l'Italie.

Le 18<sup>ème</sup> siècle va marquer l'apogée de la faïence dans toute l'Europe. Où leur production passera du statut de produit de luxe à celui de produit de consommation courante.

Au 19<sup>ème</sup> siècle, la production va devenir semi industrielle notamment par l'utilisation de moules et, l'emploi d'ouvriers spécialisés dans chaque étape de la fabrication. [2]

## **I.4. Généralité sur les stocks :**

### ***I.4.1. Définition des stocks:***

Les stocks sont des ressources matérielles qui ont une valeur économique et sont inutilisées ou en attente d'utilisation. Les entreprises classent souvent leurs stocks en plusieurs types (matières premières, produit en-cours de fabrication, produits finis et pièces de rechange, les produit d'entretien et de réparation industriels, les produit d'entretien de bureau et les surplus). Tous les stocks représentent un investissement dont le but est de faciliter la production et le service des clients. [3]

Selon l'acte uniforme relatif au droit comptable OHADA, les stocks comprennent l'ensemble des biens ou des services qui interviennent dans le cycle d'exploitation de l'entreprise soit pour être vendu en l'état ou à terme d'un processus de production à venir ou en- cours ou pour être consommé généralement au premier usage. Dans le cadre d'une entreprise commerciale, on entend par stocks l'ensemble constitué par des marchandises destinées à la revente et caractérisées par leur variété. Pour les entreprises industrielles, les stocks sont constitués des matières premières, des produits semi-finis, des produits en-cours et des produits finis.

A partir de ces définitions, nous pouvons ressortir les catégories de stocks qui feront l'objet du paragraphe suivant. On distingue deux grandes catégories de stocks à savoir :

**A. Le stock des produits fabriqués :**

Ils sont constitués des matières premières, des matières et fournitures consommables, des emballages commerciaux... etc. Ces derniers sont des articles achetés et réceptionnés par l'entreprise, mais qui ne sont pas encore dans le processus de production.

**B. Le stock des produits finis et encours :**

Ils comprennent les produits finis, les produits intermédiaires ou semi-finis, les produits encours....etc.

**a) Produits finis :**

Ce sont tous les articles ayant subi toutes les opérations de transformation et prêts à être livrés au client. On les retrouve dans les usines, dans les centres de distribution ou dans les dépôts.

**b) Les produits semi-finis :**

Les produits semi-finis ou intermédiaires sont des produits parvenus à l'un des stades de leur fabrication, et qui sont destinés à entrer dans une nouvelle phase du processus de production.

**c) Les en-cours de production :**

Ce sont tous les articles entrés dans le processus de transformation mais pas encore terminés. On les trouve dans des stocks intermédiaires, au pied des machines ou en transfert entre les machines. L'encours a pour effet ou pour fonction de constituer un "tampon" de régulation des flux internes. De façon plus générale, un encours correspond à l'accumulation d'une différence de flux entre deux ressources. Au point de vue comptable, tous les articles (pièces, sous-ensembles et ensembles) en cours de fabrication sont considérés comme étant sortis du stock fournisseurs ou matières premières et non encore rentrés dans le stock clients ou produits finis. Donc la totalité des articles présents dans le flux interne du processus, qu'ils soient en attente devant une ressource, en transfert d'une ressource vers une autre, ou en transformation sur une ressource, est considéré comme de l'encours. [4]

Dans ce contexte, nous allons citer en ce qui suit certaines unités de manutention des matériaux lors de la production, les différentes unités de stockage des produits ainsi que les techniques de manutention qui s'adaptent avec chaque unité.

**I.4.2. La manutention des matériaux lors de la production :**

Selon la taille, la forme et le poids des produits, chaque secteur utilise des procédés de manutention qui lui sont propres. La densité élevée des matériaux mis en œuvre ou le fait qu'ils soient en vrac expose à des risques communs dans les différents secteurs. Le levage manuel et la manutention lors de la production, de la fabrication ou de l'entreposage sont à l'origine de nombreux problèmes, risques et accidents invalidants. Certains secteurs de l'industrie ont

commencé à employer des automates pour charger et décharger les différents produits mais il existe toujours des inconvénients dans ces opérations de chargement et déchargement ; on peut citer certains manipulateurs de manutention. [5]

### **A. le manipulateur à ventouse :**

Est un système de levage et de manipulation complet incluant un outil de préhension à ventouse. Ils permettent de manipuler les charges sans effort. Ce dernier est idéal pour manutentionner tous types de charges : carreaux, cartons, panneaux.... La machine à ventouse originale destinée à lever, descendre, monter, tourner, et incliner des charges en utilisant le vide, c'est une véritable aide à la manutention par aspiration.



**Figure I.1:** Le manipulateur à ventouse

### **B. Les bras mobile de manutention (élévateur à niveau constant) :**

Sont des systèmes simples qui servent à charger et décharger les différents types de produits sans aucun effort à la hauteur de travail souhaitée.



**Figure I.2 :** Le bras mobile de manutention.

### ***I.4.3. Les unités de stockage et la manutention des produits stockés :***

Il existe plusieurs unités de stockage où chacune possède des caractéristiques spécifiques qui s'adaptent avec des produits particuliers :

**Les chariots de manutention :** ce sont des véhicules sur quatre roues qui sont manutentionnés manuellement composés d'un plateau sur lequel on pose les charges à déplacer. Ces derniers ont des capacités de charge variable et d'une productivité très élevée, les chariots de manutention sont élaborés pour transporter et manipuler aisément tous types de charges sur sites industriels, magasins, entrepôts ou parcs de stockage. Les chariots de manutention se déclinent en chariots à plateaux, chariots à benne, chariots à étages réglables etc. Les opérations du chargement des produits dans ces chariots se fait manuellement ou automatiquement.

**Les dessertes à plateaux :** ce sont des chariots à plusieurs étages généralement utilisés pour le déplacement des produits qui sont chargés et stockés sur ces derniers soit automatiquement ou manuellement.

**Les plateaux roulants :** Ils remplissent les mêmes fonctions que les chariots manuels. Certains sont construits sur mesure et adapté à une catégorie spécifique de colis (fûts, caisses normalisées) leur chargement se fait manuellement ou automatiquement.

**Les palettes :** sont des supports rigides en bois sur lequel on va empiler les différents produits soit manuellement ou automatiquement.

Les palettes sont proposées dans de nombreuses dimensions ; il existe une tentative de mondialisation avec l'euro-palette (80cm\*120cm) et la palette dite standard (100cm\*120cm).

Il existe deux sortes de palette en bois :

Palette perdue : usage unique, pas de récupération par l'expéditeur.

Palette récupérable : la palette peut être récupérée par l'expéditeur.

Les palettes se déclinent en : palette en bois moulé composée de particules de bois agglomérés palettes métalliques en aluminium ou en acier ...etc. On peut utiliser le transpalette manuel pour déplacer les palettes ou les gerbeurs / transpalettes élévateurs et élévateur palettes : qui servent à lever et ranger des palettes en hauteur.

**Les tables élévatrices :** dispositifs à commande manuelle ou motorisée permettant le levage des produits à une hauteur définie et les déplacé.

**Les box à rouleaux :** ce sont des tables à rouleaux superposé, qu'ils ont été chargé et déchargé avec un bras mobile qui s'appelle élévateur à niveau constant, ce dernier est utilisé pour manipuler les charges sans aucun effort à la hauteur de travail souhaitée et ils ont déplacé automatiquement à l'aide des railles.

**Les boitiers de stockage :** ce sont des caisses de stockage pour les différents types de produits qu'ils ont été chargé automatiquement ou manuellement. Leurs déplacements ce fait à l'aide d'un chariot élévateur (un appareil de levage et de manutention destiné au transfert des charges dans les usines ou les entrepôts de stockage). [6]

#### ***1.4.4. Les inconvénients des unités de stockages et manutention :***

- Prix des unités de stockage élevé ainsi que les manipulateurs de manutention.
- Matériels très spécifique et onéreux à l'acquisition.

- Technique complexe qui requiert des personnes qualifiées.
- L'occupation d'espace ce qui provoque des problèmes de la circulation.
- Perte de temps due aux opérations de chargement et déchargement des produits ainsi que les opérations de la manutention.
- Une grande influence sur la qualité des produits stockés (contamination, les fissures, les casses....etc.).
- Augmentation de rebuts due à l'opération de chargement et déchargement ainsi que les opérations de manutention ce qui influent sur le rendement de production.
- Des efforts ont donc été faits pour limiter le plus possible ces opérations de stockage (les en-cours) ainsi que le chargement et le déchargement des produit afin d'améliorer les conditions de travail et d'assurer une manutention parfaite sans incidences sur son intégralité.

Dans ce contexte, les convoyeurs peuvent assurer ces contraintes et offrir plusieurs avantages qu'on nous décrivons dans cette partie.

### **I.5. Généralités sur les convoyeurs de transport :**

La manutention est une fonction incontournable de toute activité humaine. Déplacer et transporter des objets fait partie de la vie quotidienne de chaque individu. Dans les secteurs de la fabrication et de la distribution, cette activité est très souvent le goulot d'étranglement où peuvent se focaliser de nombreux problèmes. En effet, la manutention conditionne la productivité des machines situées en amont et en aval, elle a un impact sur les en-cours et présente donc une immobilisation des capitaux et fréquemment, elle joue sur la qualité du produit livré. Avec plus de 2,5 millions de convoyeurs mis en service annuellement dans le monde, le convoyage est un important consommateur d'énergie. Des choix pertinents permettent :

- d'accroître la productivité en optimisant les modes de marche.
- de réduire les besoins en énergie et donc limiter les coûts d'exploitation.

L'utilisation judicieuse de démarreurs progressifs ou de la vitesse variable permet d'espacer la maintenance en limitant les chocs électriques et mécaniques. [7]

#### **I.5.1. Définition des convoyeurs :**

Un convoyeur soit un mécanisme ou machine qui permet le transport d'une charge isolé (cartons, bac, sacs.....) ou de produits en vrac (terre, poudre, aliment, carreaux,....) d'un point A à un point B, soit une personne qui convoie. [8]

Les convoyeurs sont utilisés pour déplacer des matériaux de poids et taille relativement uniforme avec une fréquence (rotation) de moyenne à élever entre un ensemble de lieux et sur un

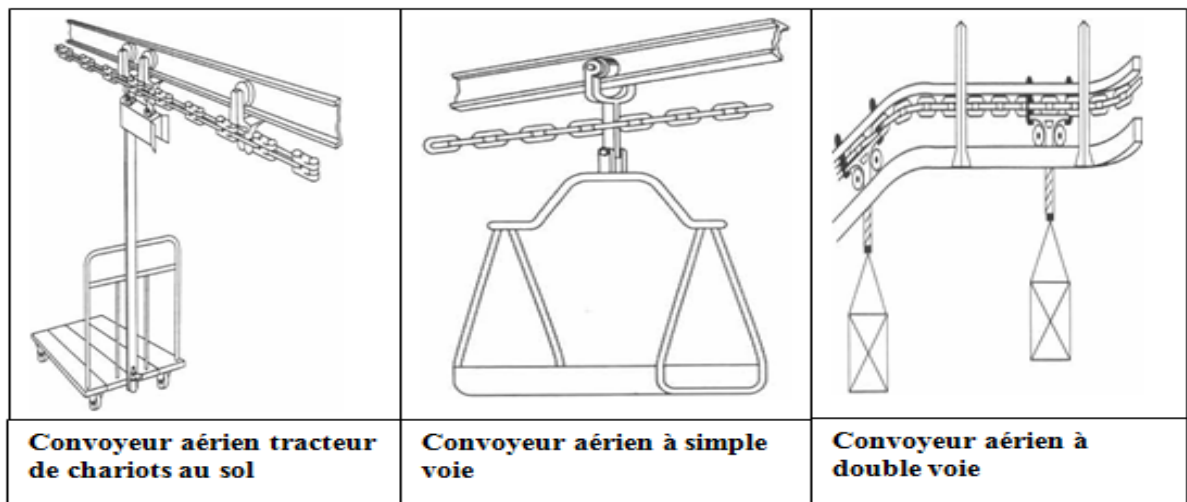
chemin spécifiés. Ils sont aussi utilisés comme guide de position pour les opérateurs le long d'une chaîne de production ou d'assemblage.

### ***I.5.2. Classification des convoyeurs :***

Convoyeur désigne un appareil de manutention continue dont la structure est généralement aérienne ou au sol.

#### **I.5.2.1. Convoyeur aérien :**

Ils peuvent transporter des produits de moyenne et grande taille comme les carcasses d'automobiles, il existe plusieurs types (convoyeur aérien tracteur de chariots au sol, convoyeur aérien à simple voie, convoyeur aérien à double voie...), (*Figure I.3*).



**Figure I.3 : les convoyeurs aériens**

#### **I.5.2.2. Convoyeur au sol :**

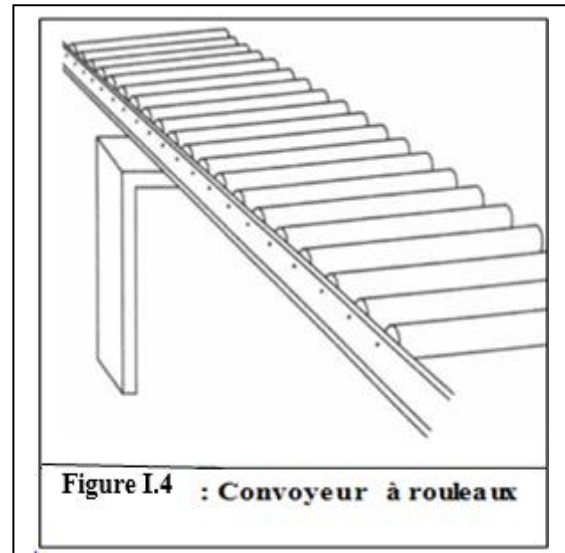
Est un système de transport interne intelligent qui vous permet de transporter vos produits automatiquement jusqu'à la destination souhaitée. Le système fonctionne sur la base d'une chaîne entraînée qui est intégrée dans le sol via un rail. Les produits sont transportés par le biais des chariots reliés au convoyeur au sol. La capacité du système peut être facilement étendue par le simple ajout de nouveaux chariots. Les convoyeurs à chaîne au sol conviennent idéalement au transport continu de gros volumes, par exemple les environnements de distribution, et au transport de charges difficiles à manipuler dans les environnements de production [9].

### ***I.5.2.2.1. Les types des convoyeurs au sol :***

#### ***I.5.2.2.1.1. Convoyeur à rouleaux :***

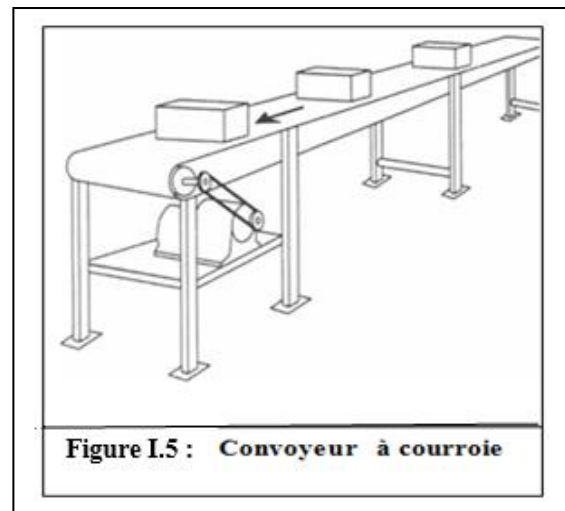
Le convoyeur à rouleaux permet la manutention des charges par gravité, manuellement ou mécaniquement. Cet appareil peut être fixe, mobile, portable, télescopique, accordéon ou gigogne. [10]

Ils sont utilisés pour le transport ou l'accumulation de produits suffisamment longs pour ne pas tomber entre deux rouleaux. Les colis à transporter doivent être également à fond plat et rigides. (Figure I.4)



#### ***I.5.2.2.1.2. Convoyeur à courroie :***

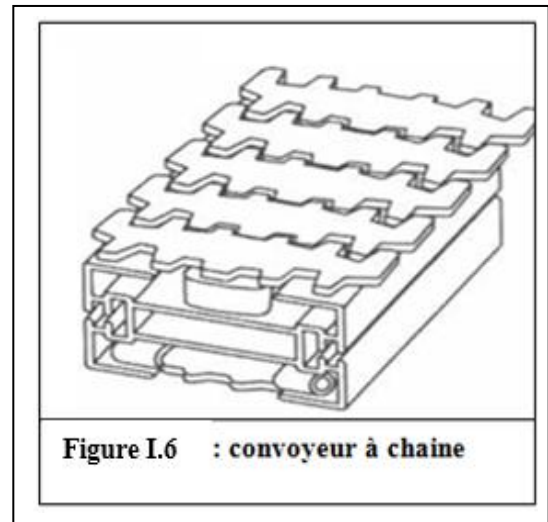
Le convoyeur à courroie peut être horizontal, ascendant ou descendant, et le circuit peut être rectiligne ou en courbe ; cet appareil sert à la manutention de charges isolées ou de produits en vrac. Dans le cas des charges isolées, le transporteur à courroie est fixe, mobile, portable ou télescopique ; en ce qui concerne les produits en vrac, il peut être fixe, mobile. Portable ou navette [12]. (Figure I.5).



#### ***I.5.2.2.1.3. Convoyeur à chaîne :***

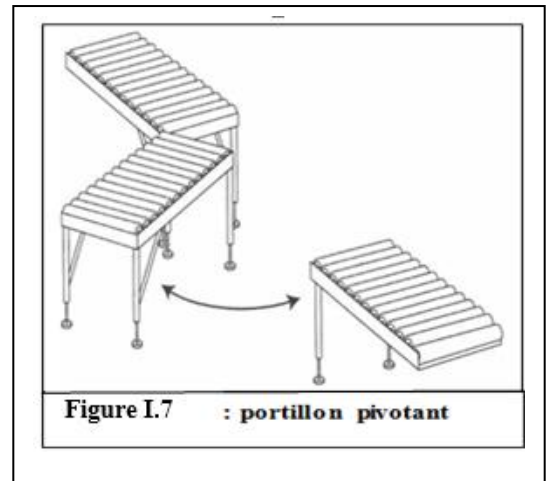
Les convoyeurs à chaînes permettent le déplacement de charges qui ne pourraient pas l'être sur des convoyeurs à rouleaux (cas des palettes ou containers dont les "skis" sont perpendiculaires au sens de déplacement). Selon la rigidité de la charge à transporter, le nombre de chaînes est augmenté de sorte à réduire l'entre-axe des chaînes. Il existe des convoyeurs à deux, trois, quatre, voire cinq chaînes et plus.

Ces convoyeurs se caractérisent par le nombre de chaînes, les matériaux des chaînes (acier, inox, plastique) ainsi que la robustesse de leur châssis porteur qui dépend de la charge à supporter. L'accumulation est en général non préconisée. Pour le passage d'un convoyeur à l'autre, il est quelquefois conseillé d'imbriquer les convoyeurs entre eux en variant les entre-axes des chaînes. L'entraînement des charges est alors assuré en permanence, y compris durant le transfert. [13]. (Figure I.6).



#### **I.5.2.2.1.4. Le portillon pivotant :**

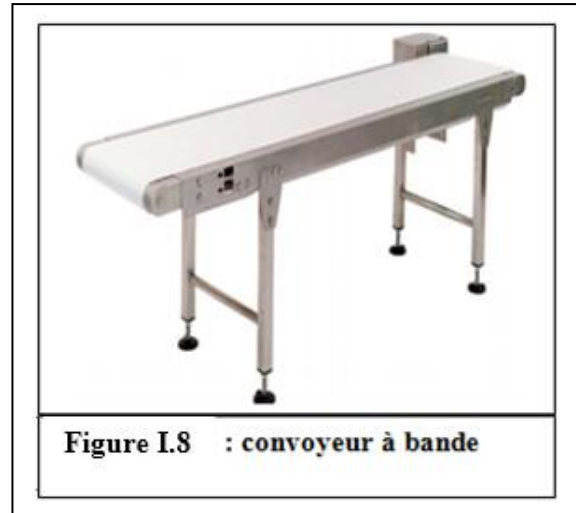
Est une section du transporteur à rouleaux qui permet l'ouverture d'un passage dans son circuit pour l'approvisionnement en matériel ou pour la circulation du personnel. La rotation se fait par les côtés du transporteur [14]. (Figure I.7).



#### **I.5.2.2.1.5. Le convoyeur à bande :**

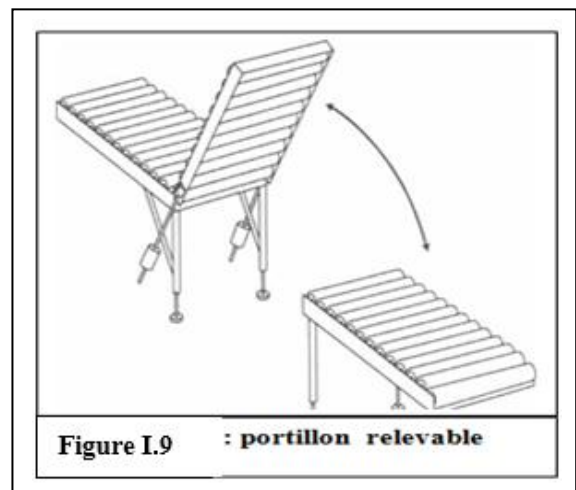
Est une machine de transfert essentiel et économique dans la ligne de production ininterrompue. Le convoyeur à bande est une sorte d'équipement de traitement à sable et gravier principalement utilisé pour les équipements vibrants et usines de concassage. Il joue un rôle important dans la connexion de chaque installation de production, ce qui facilite la réalisation de la continuité et l'automatisation du traitement de production, améliore la production et réduit l'intensité de la charge de travail. C'est un appareil auxiliaire basé sur le principe de friction.

Le système du convoyeur à bande est constitué d'un cadre métallique avec des rouleaux à chaque extrémité d'un lit plat en métal. La bande est enroulée autour des rouleaux et quand l'un des rouleaux est alimenté (par un moteur électrique) les courroies se glissent sur le lit en métal solide, transportant les produits. Pour les applications des produits lourds, les lits sur lesquels les courroies posent sont remplacés par des rouleaux [15]. (Figure I.8)



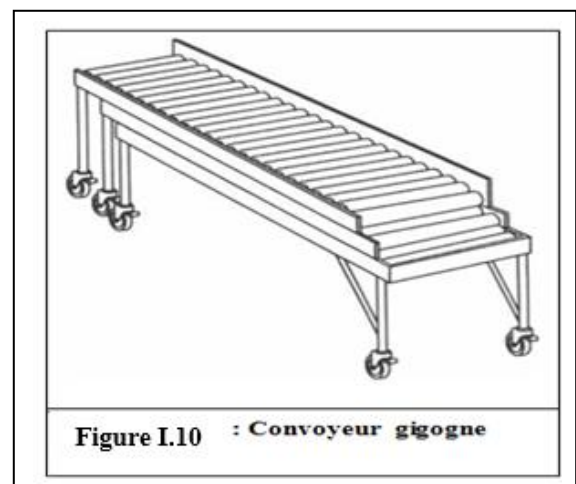
#### **I.5.2.2.1.6. Le portillon relevable :**

Est une section d'un transporteur à rouleaux relevables ; il est équipé d'un contrepoids pour faciliter son relevage, permettant ainsi l'ouverture d'un passage dans son circuit pour l'approvisionnement en matériel ou pour la circulation du personnel [16]. (Figure I.9).



#### **I.5.2.2.1.7. Convoyeur gigogne :**

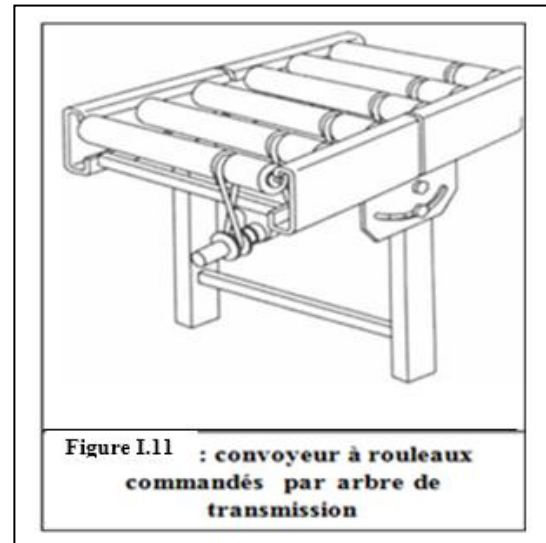
Est un convoyeur dont les sections s'emboîtent les unes dans les autres [5]. (Figure I.10)



#### ***1.5.2.2.1.8. Le convoyeur à rouleaux commandés par arbre de transmission :***

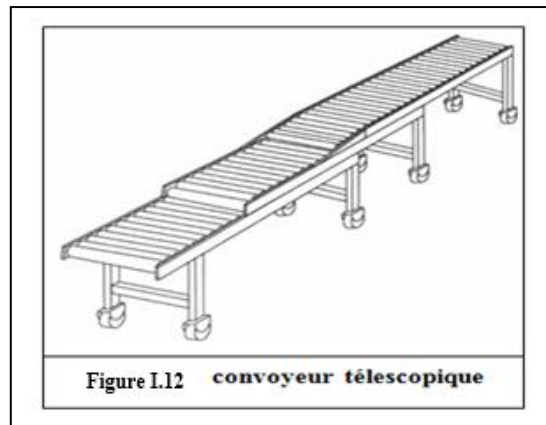
Possède dans son ossature un arbre de transmission parallèle aux longerons : des courroies tendues en X reliées à l'arbre entraînent les rouleaux.

Dans certaines installations, une section de cet appareil peut comporter des rouleaux couplés commandés par courroies. Ce type de transporteur permet des circuits en courbe et, dans certains cas. L'accumulation de charges isolées [17]. (Figure I. 11).



#### ***1.5.2.2.1.9. Convoyeur télescopique :***

Est un transporteur dont les sections s'emboîtent et coulissent les unes dans les autres comme les éléments du tube d'une lunette d'approche, d'une longue-vue [19]. (Figure I.12)



### ***1.5.3. Les avantages des convoyeurs :***

Les systèmes de convoyeurs à chaîne au sol augmentent l'efficacité des activités de transport internes dans le processus de production. Ils conviennent au transport continu de gros volumes et au transport de charges difficiles à manipuler.

Un convoyeur à chaîne au sol est rapidement rentabilisé grâce à sa grande fiabilité et à son rendement élevé ; encore il y a d'autres avantages comme par exemple :

- la réduction du coût des opérations manuelles.
- le chargement et le déchargement facilités en toute sécurité.
- la maîtrise des encours et possibilité de production juste à temps.
- la limitation des stockages intermédiaires entre les étapes de production.
- la possibilité de transporter à moindre risque de dommage, des palettes ou des produits sur des distances importantes.

## I.6. Présentation et l'historique de la société CAEAMIR :

La société CERAMIR est une filiale du groupe ECO (Entreprise Céramique sanitaire de l'Ouest) est issue de la restructuration de la société mère S.N.M.C (Société Nationales des Matériaux de Construction). C'est une société juridiquement autonome créée sous la forme d'une société par action sous la dénomination CERAMIR /SPA/ REMCHI avec un capital social de 440.000.000 DA

CERAMIR est considérée comme l'une des unités régionales de production de la faïence ; sa principale mission est la fabrication et la commercialisation des carreaux pour revêtement mural de format 20\* 30 cm en différentes couleurs ; Blanc, Mono couleur, Décore.

Cette usine a été réalisée par le constructeur Allemand AGROB ANLAGENBBAU et mise en production en avril 1976, avec une capacité de production contractuelle 600.000 m<sup>2</sup> équivalentes à 7.000 tonnes de produits finis par an.

Les corrections apportées aux capacités contractuelles ont permis de déterminer les capacités réelles de l'usine soit 650.000 m<sup>2</sup> par an. Cette ligne est devenue très onéreuse sur le plan entretien, d'une technologie dépassée a été mise à l'arrêt définitivement en 2013.

En 1994, la société CERAMIR a initié un programme de rénovation/extension qui a été réalisé par ses propres moyens selon le procédé de bi cuisson rapide en harmonie avec l'ancienne ligne.

Le contrat a été signé avec la société Italienne POPPI pour l'installation d'une ligne complète de production d'une capacité de 1.000.000 m<sup>2</sup> par an. La nouvelle ligne est composée de trois (03) presses PH630, d'un four à rouleau biscuit, de deux (02) lignes d'émaillages, d'un système de transfert de carreaux émaillés, d'un four à rouleau email et d'une machine de tri.

L'unité de production se trouve à 7 Km au nord de la ville de Remchi, en bordure de R.N° 22, sur un terrain d'une superficie totale de 81 707,00 m<sup>2</sup>, dont 17 021,17 m<sup>2</sup> bâtie dont :

- Bâtiment de production : 11 730,09 m<sup>2</sup>.
- Bâtiment Annexe : 4 653,44 m<sup>2</sup>.

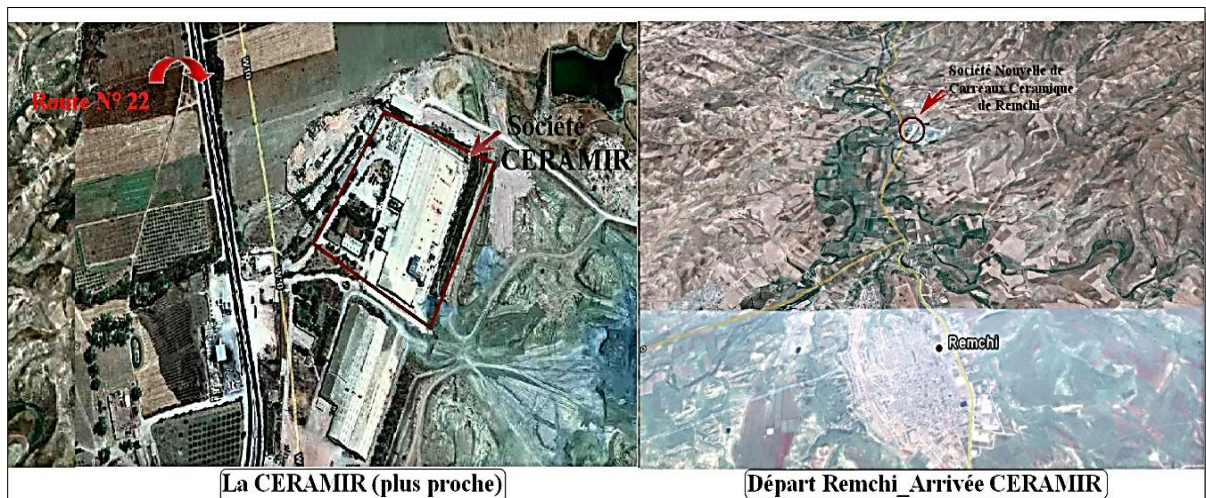


Figure I.13 : Lieu d'implantation de CERAMIR

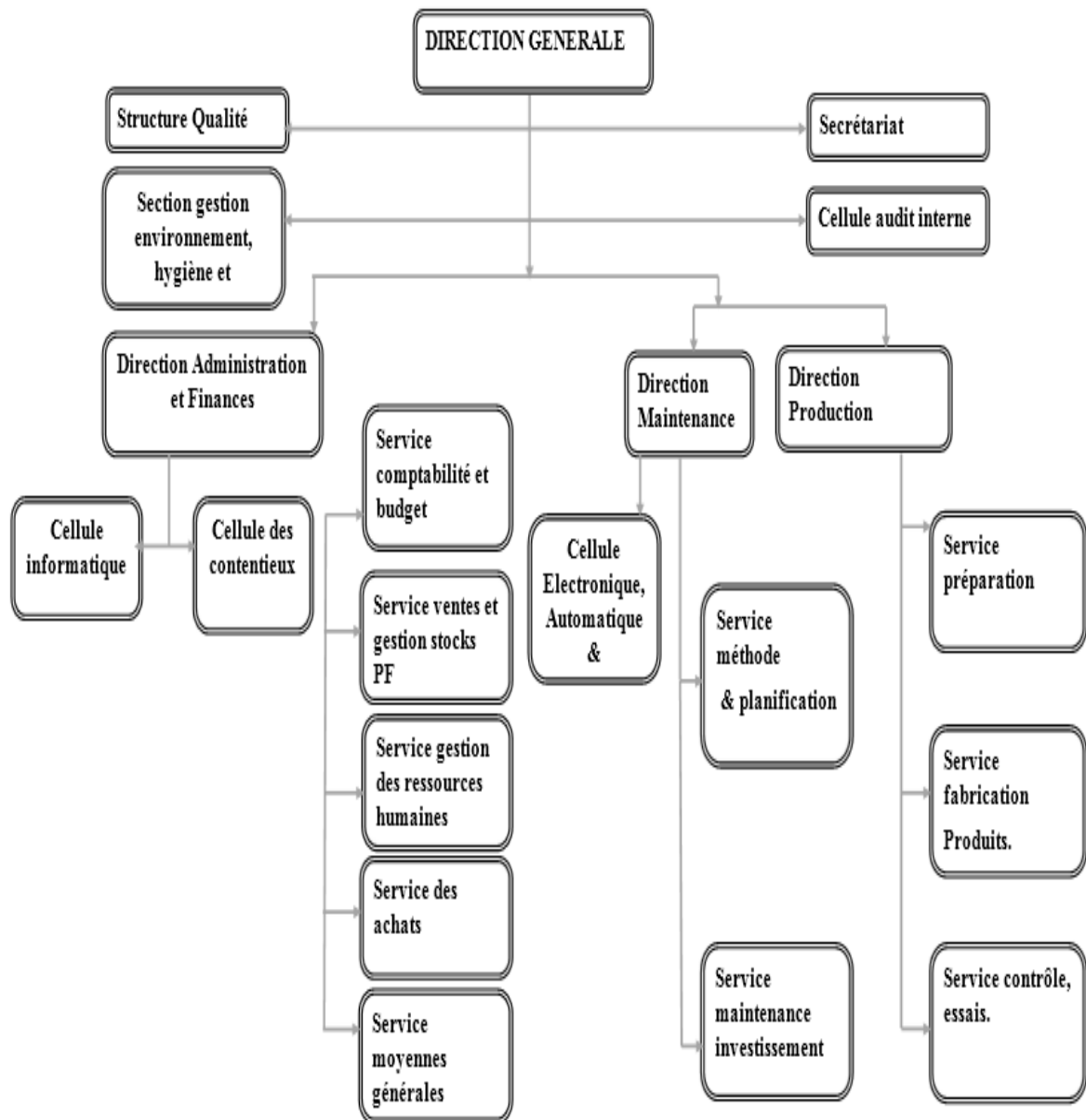
**A.     *Fiche signalétique de la CERAMIR :***

- Dénomination     : Société Nouvelle de Carreaux Céramique de Remchi.
- Nature juridique : EPE/SPA au capital social de 440 000 000 DA.
- Localisation     : R.N n°22(Route de Sidi Hassini-Remchi).
- Adresse           : B.P/312 Remchi.
- Commune          : Remchi.
- Daïra             : Remchi.
- Wilaya            : Tlemcen.
- Effectif total    : 236 Agents.

**B.     *Moyens matériels :***

- Superficie totale du terrain : 81707.00 m<sup>2</sup>
- Surface bâtie                   : 17021.17 m<sup>2</sup>
- Bâtiment de production : 11730.09 m<sup>2</sup>
- Bâtiment Annexe               : 4653.44 m<sup>2</sup>
- Bâtiment Administratif : 837.64 m<sup>2</sup>.

**I.6.1. Organigramme de l'entreprise :**



**Figure I.14 :** Organigramme de l'entreprise CERAMIR .

### I.6.2. Le fonctionnement de l'entreprise :

Le fonctionnement de l'entreprise CERAMIR commence par un contact avec les fournisseurs « côté externe » et les différents services de l'entreprise pour la réception des matières premières afin de réaliser les produits finis « faïences ». Voir figure suivante :

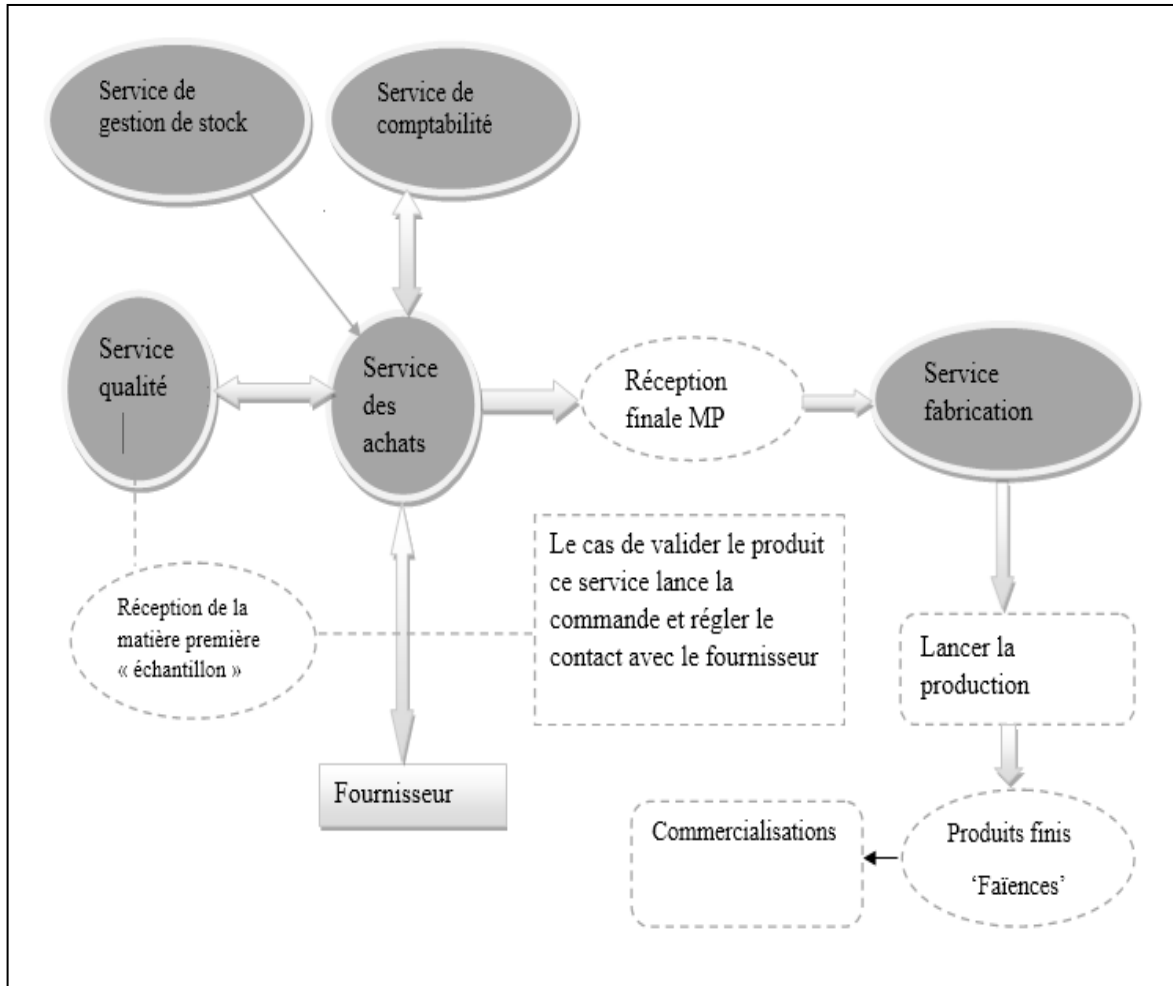


Figure I.15 : Le fonctionnement de la société.

#### I.6.2.1. Les services de la société et leurs rôles :

L'entreprise se base sur ces différents services pour avoir une stabilité dans le système :  
**Service de production** : le rôle de ce service est de suivre tous les ateliers de fabrication tel que :

L'atelier de pressage.

L'atelier d'émaillage.

L'atelier de cuisson FRB et FRE.

L'atelier de triage.

**Service de préparation** : le rôle de ce service est de suivre tous les ateliers de préparation tel que :

L'atelier de préparation de barbotine,  
L'atelier de préparation des frites et émaux.  
L'atelier de préparation des pates sérigraphie.  
L'atelier de préparation des tamis sérigraphique.

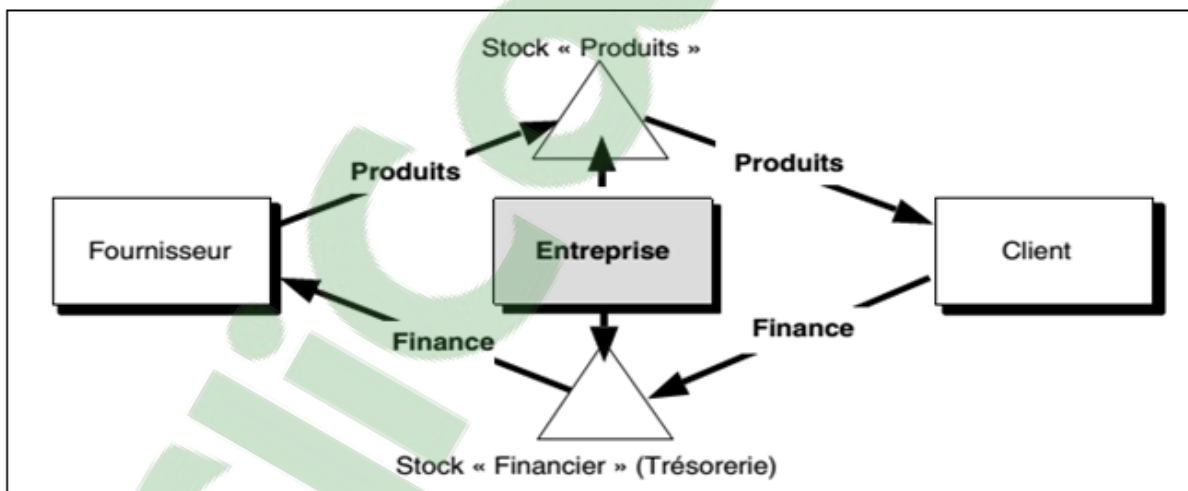
**Service de la qualité :** Ce service est responsable sur la qualité de tout ce qui concerne la production, les contrôles sont faits quotidiennement étape par étape.

**Service maintenance & Investissement :** ce service assure la rentabilité des investissements matériels par la vérification et le réglage des nouvelles machines avant la mise en marche ainsi la réparation des machines.

**Services finance et comptabilité :** Il s'occupe :

- De l'assurance et du paiement de la main d'œuvre.
- Des frais de toutes les recherches du laboratoire.
- Des frais d'achats pour la matière première, les produits chimiques de nettoyage et les pièces de rechange.

**Service gestion de stock et ventes :** L'entreprise est perçue à travers deux stocks : un stock « produits » et un stock « financier ». Ces deux stocks représentent l'actif circulant de l'entreprise. Voir la figure suivante :



**Figure I.16 :** La gestion des stocks

Ce service a pour principaux rôles d'avoir l'emploi du temps de la production, faire des approvisionnements pour connaître la quantité nécessaire, informer l'approvisionneur des besoins (matières premières nécessaires) et garder un stock de sécurité (réserve) au cas où il y a des problèmes, ainsi de s'occuper des ventes des produits finis « faïences » aux différents clients.

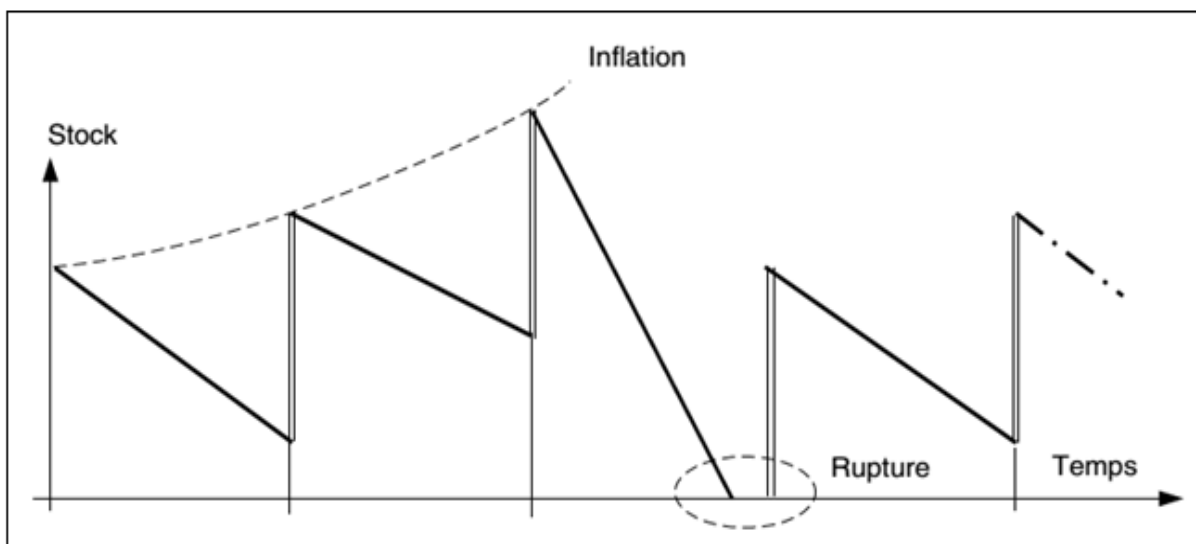
**Service des achats :** Ce service avait un contact avec le fournisseur, service qualité, comptabilité, gestion de stock. Il fait la commande des matières premières, pièces de rechange.... avec un bon de commande. Ce service commence par :

*La réception provisoire :* cette réception est faite par le bon de livraison pour détailler la livraison et la facture pour comptabiliser le produit.

*Réception finale :* contient le bon de réception (la date de réception, numéro de la facture, le prix unitaire, l'unité de mesure, la référence, numéro de bon de réception).

*Les matières premières :* l'approvisionnement se fait à Date variable/Quantité variable car l'achat de ce type de produit ne peut se faire que lorsque la commande du client est passée. Cette méthode permet de ne pas avoir en stock des produits qui risquent de ne jamais être utilisés.

*Les pièces de rechange :* l'approvisionnement se fait à Date fixe/Quantité fixe (Réapprovisionnement fixe périodique). Dans cette méthode, on prévoit des livraisons de pièces à dates fixes. Les quantités livrées sont égales et peuvent se rapprocher de la quantité économique ou toute autre valeur. Voir la figure suivante :



**Figure I.17 :** Réapprovisionnement fixe périodique

### Services gestion des ressources humaines :

CERAMIR vise un développement à long terme de la gestion des Ressources Humaines dès leur recrutement au sein de leur établissement. Dans un contexte de forte croissance et dans un souci d'amélioration continue des compétences, l'objectif est de mettre en œuvre une politique de développement individualisé qui permet d'accroître la motivation et l'implication de chacun des employés. La gestion de ressources humaines se base sur des valeurs telles que la transparence, l'équité et la visibilité de chacun sur son parcours pour garantir un accroissement de résultats et de satisfaction commune.

## **Le système de management :**

CERAMIR été certifié conforme aux Normes internationales ISO 9001 V2008 lui permettant d'honorer sa démarche qualité. Et dans une optique d'amélioration continue, CERAMIR a instauré un système de management environnemental qui lui a permis d'obtenir la certification ISO 14001 V2004 et tout ça entre dans l'objectif de faire face à la mondialisation, de renforcer son image de marque et de satisfaire entièrement ses client.

Afin de respecter ses engagements « satisfaire ses client en termes de qualité et tendance de produits, de respect des délais, de prix compétitifs de qualité de service, d'assistance technique de disponibilité des produits » CERAMIR a fixé les objectifs suivants :

1. Etablir, respecter et recevoir en permanence les objectifs au niveau de tous les processus.
2. Renforcer la gestion de la relation clients.
3. Améliorer la politique d'achat.
4. Optimiser les coûts de production.
5. S'assurer du respect de la réglementation, des normes et des bonnes pratiques en vigueur sur les plans de sécurité et santé au travail et protection de l'environnement.
6. Sensibiliser et Mobiliser les ressources humaines.

## **I.7. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné une vision générale sur la fabrication de la céramique plus particulièrement la faïence et leur développement. Ainsi, une présentation de l'entreprise CERAMIR qui est considéré comme étant l'une des unités régionales de production des carreaux céramique pour revêtement mural est donnée. Le processus de fabrication des carreaux de revêtement mural « faïence » de l'entreprise CERAMIR –REMCHI est un système simple et semi-automatique pour la production des carreaux destinés à la finition ou à la décoration intérieure ou extérieure, pour les murs. A cet effet, des équipements industriels doivent être conçu pour la fabrication des carreaux. Plusieurs problèmes ont été neutralisé sur la chaine de production ce qui rend cette dernière incapable de répondre aux exigences actuelles de production aussi bien quantitativement que qualitativement. Le chapitre suivant fera objet d'une étude détaillé de la chaîne de production de la société CERAMIR.

## ***Chapitre II***

### ***Le processus de production et la problématique***

## II.1. Introduction :

Ce chapitre est dédié principalement à la description du processus de production des carreaux céramique pour revêtement mural, l'étude des différents problèmes techniques existants dans la chaîne de production. De plus, ce chapitre montrera les solutions innovantes que nous proposons afin d'améliorer les performances de cette chaîne de production.

## II.2. Processus de production des carreaux céramique pour revêtement mural :

Les produits céramiques sont fabriqués à partir d'argiles et d'autres matériaux inorganiques non métalliques. Les carreaux céramiques pour revêtement mural est l'un des produits céramique qu'on les rencontre couramment sous forme de plaques minces utilisées pour couvrir les murs, ils sont habituellement façonnés par pression des poudres céramiques à la température ambiante, après quoi ils sont séchés et cuits afin de garder leur forme de manière permanente.

Le processus de production des faïences fait appel aux différents types d'équipements industriels et à toute une gamme de matières premières pour donner des carreaux pouvant revêtir diverses formes, tailles et couleurs, ainsi que les sources énergétiques utilisées pour accomplir des transformations à ces derniers et qui sont principalement le gaz naturel et l'électricité.

En général, les étapes fondamentales pour obtenir des carreaux céramiques pour revêtement mural sont : l'entreposage et la préparation des matières premières, le façonnage (pressage), le séchage et cuisson des carreaux crus, le traitement des surfaces (par l'émaillage), la cuisson des biscuits émaillés, le triage et l'emballage.

### II.2.1. Entreposage des matières premières :

Les matières premières passent par plusieurs étapes avant d'arriver au produit fini, l'enchaînement de ces opérations nécessite une cohésion parfaite et régulier.

▪ **Les matières premières destinées à la préparation de la barbotine sont :** Les Argiles E1, E2 (Argile jaune), l'Argiles bleu E3, Argile Nedroma, Feldspath de Nedroma, Calcaire de Chabat le sable de Sig et de la Chamotte (biscuits recyclés) et le rebut (carreau cru). Elles sont stockées dans des zones respectives séparées par des cloisons et disposées selon le rapprochement de leurs propriétés :



**Figure II.1:** Stockage des matières premières.

*Les matières plastique* : sont les Argiles E1, E2 (Argile jaune), l'Argile bleue E3, exploitées de lieu même de l'unité, contiennent différents minéraux qui apportent la fusibilité et le kaolin ( $Al_2O_3$ ,  $2SiO_2$ ,  $2H_2O$ ).

*Les matières dégraissantes* : sont le sable de Sig et la chamotte destinées à diminuer la plasticité et le retrait et augmenter la porosité.

*Les matières fondantes* : sont le feldspath de Nedroma et le calcaire de Chabat pour le rôle de la diminution la température de fusion afin de remédier à la porosité.

- **Les matières premières destinées à la préparation des frites et émaux sont** : quartz ( $SiO_2$ ), fondant (borax penta et l'acide borique), feldspath potassique ( $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ , et  $SiO_2$ ), craie ( $CaO$ ), oxyde de zinc ( $ZnO$ ) pour la brillance, zircon ( $ZrO_2$  et  $SiO_2$ ) ; kaolin chamotte ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ).

#### II.2.1.1. Contrôle des matières premières :

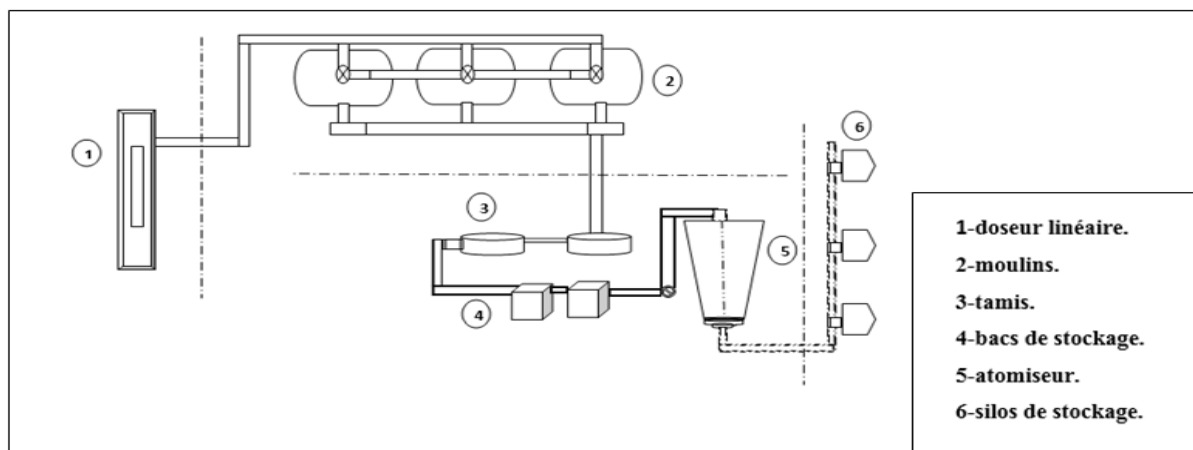
L'humidité de chaque matière première est mesurée quotidiennement par le procédé suivant : On prélève des échantillons des différentes matières premières stockées après homogénéisation, on place 10 à 20g de l'échantillon sur la balance hygrométrique, le pourcentage de l'humidité est affiché sur le cadran après le signal sonore.

#### II.2.2. La préparation des produits semi finis :

Le principe de fabrication de faïence est fondé sur la préparation des plusieurs produits semi finis (la barbotine, fritte, émaux, engobe et la pâte sérigraphie) et qui nécessite une cohésion parfaite afin de réaliser un produit fini de bon qualité ; chacune de ces produits préparés dans un atelier distincte, dans des conditions particulière et bien défini.

##### II.2.2.1. Préparation de la barbotine & Granulat :

La barbotine et le granulat sont préparés dans un atelier qui englobe : un doseur linéaire, trois moulins à tambours, les tamis, bacs de stockages et un atomiseur. (Figure II.2)



**Figure II.2 :** Atelier de préparation de barbotine et granulat.

Le procédé suivant décrit l'ensemble d'opération pour obtenir le granulat qui représente la base de fabrication des carreaux céramique.

#### **II.2.2.1.1. Le pesage :**

Le pesage des composants doit être effectué strictement d'après les prescriptions données, et d'après la composition des matières et leurs teneurs en eau, on fait le calcul de charge pour déterminé la quantité exacte pour chaque matière première. Le pesage est effectué sur une balance spécifique (doseur linéaire). Dont les caractéristiques sont :

- Balance à plate-forme modèle 2503E.
- Domaine d'échelle 12000 kg.
- Division d'échelle 10 kg.
- Possibilité de lecture 5 kg.
- Force portante 20000 kg
- Dimensions du puits 6000-2500 mm.



**Figure II.3 :** Le doseur linéaire.

#### **II.2.2.1.2. Le broyage :**

Les matières introduites dans des moulins à tambour rotatif avec l'eau et défloculants STPP (Tri poly phosphate de sodium) pour être homogène et visqueuse, il se fait en deux temps :

En premier temps les matières premières dur comme « Argile Nedroma, feldspath, calcaire, sable de Sig et de chamotte » introduite dans des moulins à tambour avec une quantité d'eau qui varie entre 8000L à 8500 L et ça dure environ 4 heures et 40 minutes Ce broyage humide nécessite un nombre de tour qui varie entre 3000 à 3500 tours avec une vitesse de 13 rotations par minute.

Des conditions sont déterminées au laboratoire en fonction des essais, c'est la durée de broyage ainsi la quantité d'eau ajouté qui doivent obéir aux exigences du résidu après le broyage finale, qui ne doit pas excéder les 9% sur un tamis de 0.630 mm.

Généralement le second broyage reste plus d'une heure avec un nombre de tours qui égale à 500 tr /min et qui requiers : les argiles E1/E2 (argile jaune), E3 (argile bleu) et une quantité de 1600L d'eau ainsi qu'une quantité de défloculants : STPP et méta-silicate qu'ils assurent la dispersion des particules ainsi que leur maintien en suspension de barbotine pour avoir une solution homogène. Ces moulins définissent par les caractéristiques suivant :

- Moulin à tambours, modèle Hermine (NM 300/460).
- Diamètre extérieure 4600 mm.

- Diamètre intérieure 3000 mm.
- Long tambour (vitesse de rotation) :13 tr/min.
- Capacité : 23.1 m<sup>3</sup>.
- Epaisseur de revêtement(Silex) :120 mm.
- Charge 12 tonne.
- Pression maximum de vidange : 4bars.
- Densité de galets : 2.5.
- Densité de barbotine : 1.650.
- Puissance moteur 15 KW.LZ
- Le volume de l'élément broyant (galets) est :  
50% du volume total du moulin.



**Figure II.4 : Les moulins à tambours**

#### **II.2.2.1.3. Contrôle de la barbotine :**

Le contrôle du résidu, de la densité et de la viscosité s'effectue régulièrement au niveau du laboratoire :

**Le résidu :** le contrôle consiste à prendre un échantillon de 10 ml est le versé dans le tube gradué puis le laissé ; le niveau de refus représente la valeur du résidu. Le tube est gradué de 12 unités, chacune représentent 1%, ce qui nous donne une lecture directe du résidu en pourcentage. « Méthode de BAYER ».

Nous pouvons aussi utiliser la méthode classique : On pèse 100g de la barbotine qui sera lavés sur un tamis de 63μ, le refus obtenu sera séché pendant deux heures puis pesé.

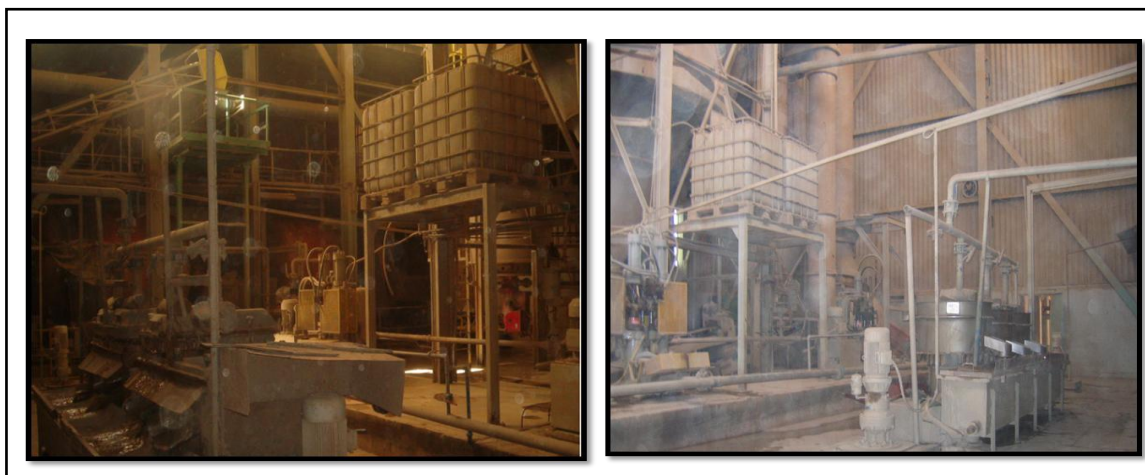
**La densité :** un échantillon de la barbotine est rempli dans l'éprouvette graduée jusqu'à 500 ml ce dernier est pesé ; le résultat affiché représente le poids/litre de la barbotine. Cette valeur est multipliée par 2 pour avoir la densité finale.

**La viscosité :** on remplit le viscosimètre par la barbotine jusqu'au trait jaugé, la viscosité représente le temps d'écoulement de 500 ml par l'orifice du viscosimètre (diamètre 3.2mm).

#### **II.2.2.1.4. Séchage et atomisation :**

##### **II.2.2.1.4.1. Stockage –tamisage :**

Le vidange des moulins à tambours est accéléré par une pression d'air comprimé vers des tamis pour éliminer les particules qui n'ont pas encore bien broyées et d'autre déchets, après cette tamisage ébauche (1200μm), la barbotine est stockée dans des réservoirs intermédiaires équipés d'agitateurs à hélices, ensuite elle est acheminée vers de grands bacs de stockage munis d'agitateur pour éviter un dépôt de grains solides, en passant par un tamisage fini (390 μm).(Figure II.5)



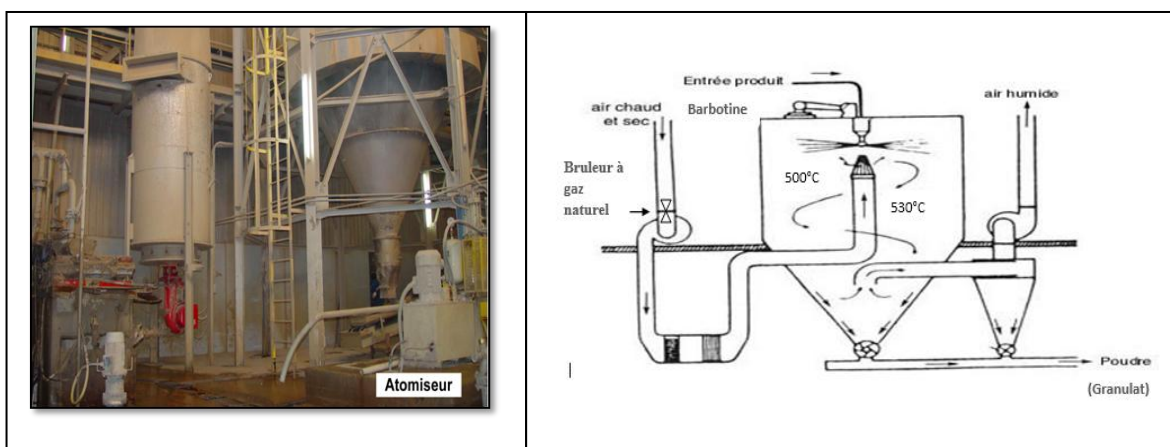
**Figure II.5 :** Stockage et le tamisage de barbotine

#### II.2.2.1.4.2. Atomisation :

La barbotine sera ensuite sécher dans l'atomiseur à l'aide d'un bruleur qui lance l'air chaud sec de 530°C afin d'obtenir une poudre appelé granulat d'humidité de 6.90% à 7.30% ou elle est emmagasiné dans 03 silos de stockage.

Le principe de fonctionnement de l'atomiseur se fait comme suit :

Après l'allumage de bruleur à gaz naturel afin de chauffer l'aire introduit dans l'atomiseur, une pompe assure le transport de la barbotine qui sera pulvérisé par 6 buses supportées par une lance sous une pression de 18 à 20 bars. Le contact entre l'air chaude et la barbotine provoque un transfert de chaleurs qui va créer un transfert de matière (vapeurs d'eau, granulat) tel que l'eau contenu dans la barbotine est vaporisée et la barbotine ainsi séché tombe sous forme de granulat au fond de l'atomiseur ; en même temps que les gaz dégagés (vapeur d'eau et l'air) évacués par un ventilateur principale en passant par trois cyclones de récupération. Voir la figure suivante :



**Figure II.6 :** Un schéma descriptif de l'atomiseur.

L'atomiseur est caractérisé par :

- Un bruleur à gaz naturel.
- Un ventilateur (apport d'air nécessaire à la Combustion) et un ventilateur principal.
- une chambre à combustion et un chemin d'évacuation d'air chaud.
- Tour de séchage de la matière.
- Grille se situant dans la partie supérieure de l'atomiseur.
- Un tri cyclone de récupération de la matière et buses d'injection de la barbotine.

#### II.2.2.1.4.3. Contrôle de Granulat :

La teneur en humidité doit être contrôlée périodiquement pour rester dans les intervalles tolérés selon les normes de service.

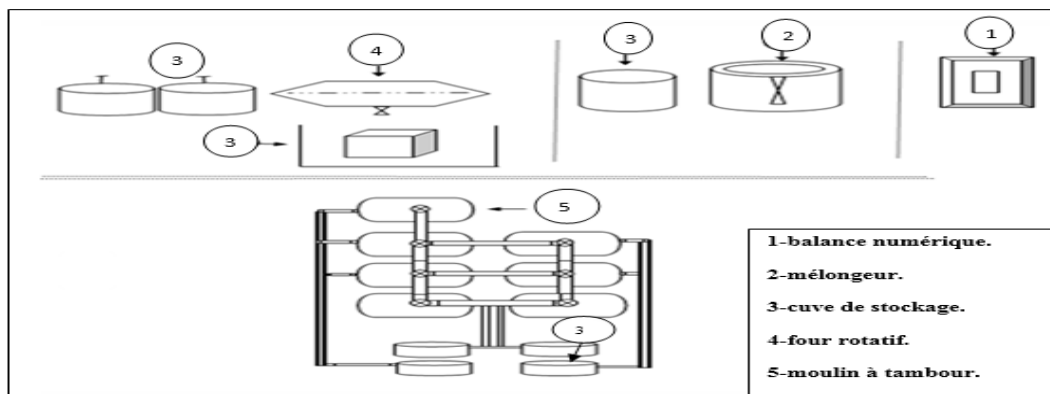
**Humidité :** la méthode classique consiste à prendre un échantillon à la sortie atomiseur ; le mettre dans l'étuve à 120°C pendant 02 heures ; peser soigneusement avant et après séchage.

(% H<sub>2</sub>O=M1-M2/M1\*100). Actuellement dans laboratoire cette mesure est réalisé par le biais d'un hygromètre ; 'une méthode rapide'.

**Granulométrie :** pour ce contrôle on utilise un appareille de tamis vibrants (une séries des tamis superposés avec différent ouvertures : (0.630-0.400-0.250-0.160-0.100-0.063-le reste) µm. munis d'un vibrant). On met 100g de granulat sec dans la série des tamis, qu'est équipé par un mode de vibration et qui sert à distribué cette quantité dans ces différent tamis selon leur diamètre ; le pesage de ces quantité pour chaque tamis nous a aidé à conclue le pourcentage qui correspond à chaque ouverture.

#### II.2.2.2. Préparation des Fritte, émaux et engobes :

Le deuxième atelier où la préparation des frites, émaux et engobes s'effectuent est équipé par des matériels suivants : Une balance numérique (digitale), Mélangeur, Four rotatif, les cuves, sept Moulins à galet d'alumine



**Figure II.7 :** le schéma d'atelier de préparation des frites et émaux.

### II.2.2.2.1. Préparation des frites :

La fritte est préparée après la fusion des matières premières : (quartz ( $\text{SiO}_2$ ), fondant (borax penta et l'acide borique), feldspath potassique ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , et  $\text{SiO}_2$ ), craie ( $\text{CaO}$ ), oxyde de zinc ( $\text{ZnO}$ ) pour la brillance, zircon ( $\text{ZrO}_2$  et  $\text{SiO}_2$ ) ; kaolin chamotte ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ )) à haute température ( $1400^\circ\text{C}$ ) suivie d'un refroidissement rapide.

La majorité de ces éléments forment en fondant des liquides qui se cristallisent lors du refroidissement (rencontre avec l'eau). La présence du zircon rend la fritte opaque ; d'où déjà on distingue 02 types de frites l'une transparente et l'autre opaque.

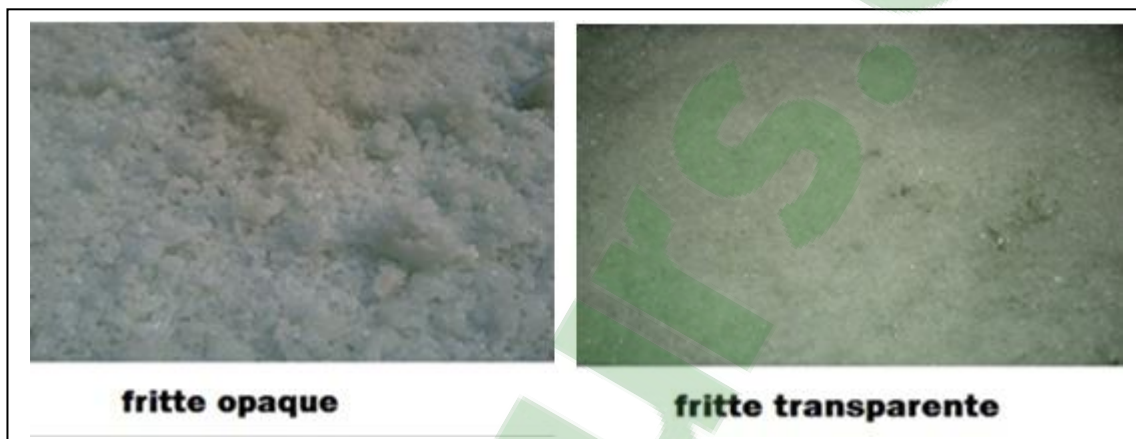


Figure II.8 : Les deux types de fritte

**II.2.2.2.1.1. Processus de la fusion :** Les matières premières mentionnées dans la recette sont pesées totalement avant d'être placées dans le mélangeur où elles sont mélangées de façon homogène. Des temps de mélange entre 3 et 7 min sont suffisants dans le cas des mélangeurs modernes. Après le processus de mélange ; la charge est vidangée dans une cuve afin de passer à la phase de fusion, cette dernière est accomplie à l'aide d'un four à tambour rotatif chauffé par un gaz naturel. Le four à tambour rotatif se présente sous forme d'un long cylindre, incliné et tournant lentement autour de son axe. Ce four fonctionne avec un brûleur qui est fixé axialement par rapport à son extrémité inférieure et qui joue le rôle principal dans le processus de fusion.



Figure II.9 : Le processus de fusion des frites.

#### **II.2.2.2.1.2. Contrôle :**

Pour obtenir un email régulier et de haute qualité les frites doivent être contrôlées avant le stockage dans les silos ; ce qui peut surgir après la cuisson.

#### **II.2.2.2.1.3. Certification des frites :**

L'échantillon de fritte qui fera l'objet du test au niveau du laboratoire sera broyé dans la tourne jarre au bout de 30 mn. L'email obtenu est appliqué sur un carreau humidifié puis enfourné en cuisson email ; la qualité de la fritte est appréciée après cuisson.

#### **II.2.2.2.2. Préparation de l'email et l'engobe :**

##### **II.2.2.2.2.1. Préparation de l'email :**

Généralement, on utilise 85% de fritte opaque, 10% de fritte transparente et 5% de kaolin qui est broyés en addition de STPP avec un pourcentage de 0.025% et CMC « colle ». Notons que le dosage de CMC est toujours de 0.08% et avec de l'eau. Et pour l'email semi opaque on utilise 47% de fritte opaque, le même pourcentage pour la fritte transparente et toujours 5% de kaolin avec 0.024% de STPP et 0.014 de la colle « CMC3 »

Dans le procédé de préparation de l'email, on broie généralement la fritte, les additifs et l'eau dans des moulins à tambour (broyage humide) jusqu'à obtention d'un rejet prédéfini. On fait passer cet email à travers des tamis vibrants puis on les stocke dans des silos en résine fermé afin d'éviter toute contamination.

On peut formuler toutes sortes d'émaux, en fonction du type de produit, de la température de cuisson, et des propriétés souhaités pour le produit fini.

##### **II.2.2.2.2.2. Préparation d'engobe :**

Il se compose de : Fritte opaque- sable lavé- kaolin et le quartz, STPP et la colle. On mélange tous les composants dans les moulins puis tamiser le mélange et enfin stocker le dans des cuves.

##### **II.2.2.2.2.3. Contrôle :**

Avant le transport de l'email et l'engobe dans la chaîne d'émaillage, la viscosité et le poids spécifique doivent être contrôlé et cela pendant la préparation ensuite on fait le contrôle durant la production et ces derniers doivent être effectués à un intervalle régulier et bien défini par laboratoire.

**La viscosité :** On contrôle la viscosité à l'aide d'un viscosimètre LEHMAN, on détermine la vitesse d'écoulement de l'email qui doit varier dans l'intervalle de 22-28 (temps en seconde, nécessaire à l'écoulement d'un échantillon de 100ml de barbotine email).

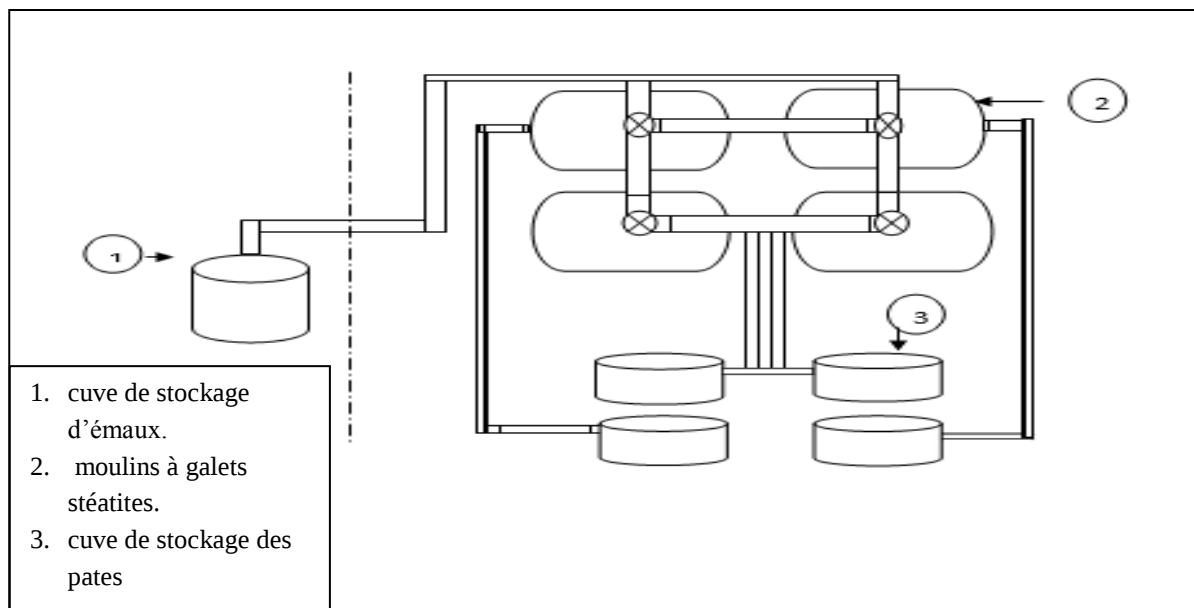
Le poids volumique doit varier aussi entre 1690 et 1740g/l. (On peut toujours ajouter de l'eau pour remédier à un poids volumique élevé).



**Figure II.10 :** Les moulins à tambour pour la préparation de l'émail et l'engobe.

### II.2.2.3. Préparation de la pâte sérigraphique :

Ce dernier est préparé séparément dans un autre atelier qui remembre : quatre moulins ainsi que les cuves de stockage.



**Figure II.11 :** Atelier de préparation des pâtes sérigraphiques.

La pâte sérigraphique est composée d'émaux de colorant et poly man ce mélange est introduit dans des moulins a galets stéatites, une durée d'une heure est suffisante pour l'homogénéisation de cette matières ; On utilise l'huile de poly man à la place de l'eau car elle facilite le décollement de la toile au cours de l'impression, il existe 03 sortes de pâtes :

**a. La pâte réactive :** elle est composée essentiellement d'émaux fondant à basse températures. la pâte déposée sur l'émail fond avant que ce dernier commence à se ramollir ;

vu que la différence de température est significative, la pâte perd sa viscosité. Ainsi une mince empreinte peut doubler ou tripler de dimension tout en donnant une couleur foncée sur les bords.

**b. La pâte semi réactive :** est une pâte qui réagit partiellement.

**c. La pâte majolique :** les émaux avec lesquelles la pâte est préparée, sont de même nature que l'émail recouvrant le carreau. dans ce cas la pâte et l'émail ont des points de fusion rapprochés, ce qui n'entraîne pas un changement d'aspect (la forme imprimée reste inchangeable).

#### ***II.2.2.3.1. Préparation des tamis Sérigraphies :***

Les tamis sérigraphie sont réalisés dans un quatrième atelier qui englobe une seule machine qui s'appelle machine de tirage.

C'est un procédé d'impression à pâte sérigraphique réalisé à l'aide d'accessoire important mentionnées ci-dessous :

**Monture du tamis :** Le matériel le mieux approprié est un tube carré en métal soudé pour former une monture carrée ou rectangle.

**Toile de tamis :** Les toiles s'avèrent les meilleures dans la pratique pour l'imprimerie d'article de céramique. il y a les toiles de T62 et T68 « le nombre 62 et 68 désigne le nombre des ouvertures dans 1cm de la toile ».

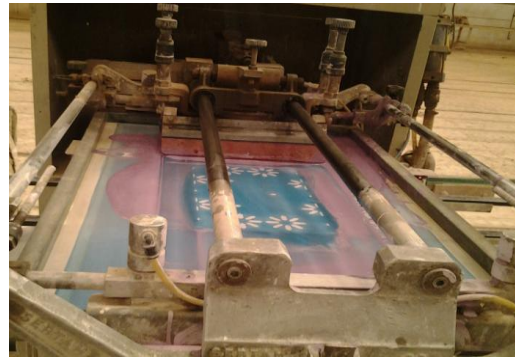
**Râteau :** Le râteau presse la pâte à travers les ouvertures de la toile. il doit avoir des arêtes vives et une surface rectifiée sur le côté en contact avec la toile.

**Diapositives :** Elle consiste en un porteur en polyester comportant une photo émulsion devront être noire et étanche la lumière.

**Emulsion à copier :** L'émulsion à copier consiste en une suspension colloïdale qui se durcit sous l'influence de la lumière pour devenir insoluble dans le solvant d'origine.

La préparation des tamis se fait comme suit : Sur un cadre de préférence en métal est fortement tendue une toile spéciale à mailles fines et régulières ; sur cette toile est étalée une émulsion à copier gélatine (Azocol) photo sensible qui se durcit sous l'influence de la lumière ultraviolette (U.V) et en conséquence imperméable. par contre les parties non exposées où la gélatine reste molle peuvent être lavées jusqu'à l'apparition des mailles.

Après l'exposition du dessin (diapositive) sur la gélatine à la lumière UV et après lavage du cadre le dessin apparaît sur la toile .cependant la pâte sérigraphique peut être déversée dans le cadre ajusté le carreau pour être pressée à l'aide d'un râteau à travers les ouvertures de la toile.



**Figure II.12 : Un tamis sérigraphie.**

### **II.2.3. La chaine de production des faïences :**

Après la préparation du granulat, l'émail, la pâte sérigraphique et les tamis ; passent à la chaine de production qui englobe quatre station principale : station de biscuits, biscuits émaillés, produits finis avant triage et enfin les produits finis emballés.

#### **II.2.3.1. La préparation des biscuits :**

##### **II.2.3.1.1. Pressage :**

Le granulat qui est stocké dans des silos va alimenter les presses, passant d'abord par un tamis comme toujours pour éliminer les déchets, ces presses donne une forme au produit (carreau 20\*30). Cette opération est faite sous une pression de 240 bars.

La presse est : « PH 680 » est une machine entièrement automatique qui sert au comptage des carreaux pendant leur cycle de fabrication. Cette machine utilise l'énergie hydraulique pour les différentes actions d'emploi : 'chargement de moule, pressage, extraction de carreau, éjection de ce dernier, tous les organes fonctionnent au moyen d'énergie hydraulique' leur caractéristiques sont :

- Puissance installée 48 KW.
- Commande de moteur P=45KW.
- Pompe 1500 tr/min
- Force de rejet 20 tonnes.
- Capacité du réservoir d'huile 350litres.
- Pompe à eau de refroidissement P=3KW.

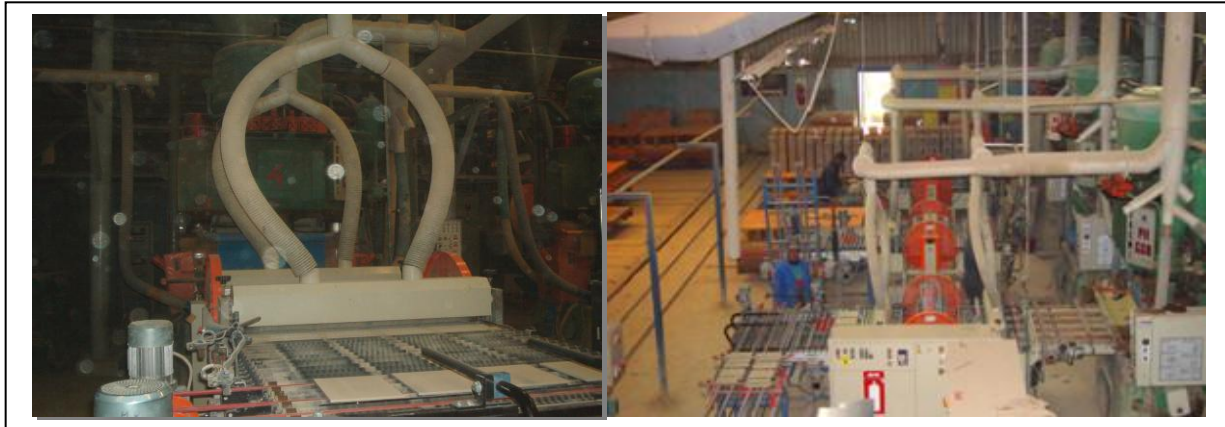
Le fonctionnement de cette machine se déroule comme suit :

*Pressage ébauche* : la presse applique une basse pression qui sert en premier lieu à compacter légèrement la poudre.

*Désaération* : l'air ainsi emprisonné doit être dégagé, cela se fait par relâche de la pression ; cette phase est essentielle pour éviter les contraintes qui peuvent provoquer des fissures.

*Pressage final* : pour le serrage des grains on applique une pression maintenue constante, de l'ordre de 240 bars.

Le pressage est plus important pour l'orientation des micelles que pour la réalisation de la forme finale (carreaux 20\*30). A la fin de cette opération les carreaux crus sont acheminés à l'entrée de four à rouleaux biscuit (FRB) à l'aide d'un convoyeur à courroies.



**Figure II.13** : Pressage de granulats.

#### **II.2.3.1.1.1. Contrôle des carreaux crus :**

Les même contrôle (humidité ; granulométrie ; densité) sont faites :

**Humidité** : la mesure se fait à l'aide d'une balance hydrométrique.

**Poids de carreau** : on utilise une balance de précision.

**Mesure des dimensions** : à l'aide d'un pied à coulisse ; on mesure les dimensions sur les quatre coté du carreau cru et les épaisseurs sur les quatre diagonal pour chaque alvéole.

**Résistance à la flexion** : un appareil destiné à l'essai mécanique est disponible au niveau du laboratoire. Pour chaque alvéole on mesure l'épaisseur (on prend la petite valeur) et la largeur du coté (on prend la plus grande valeur) qui subit la rupture ; on introduit ces valeurs dans l'appareil puis on actionne et on lit la valeur de la résistance affichée sur le cadran.

#### **II.2.3.1.2. Cuisson du biscuit :**

La cuisson biscuit est effectuée dans une atmosphère oxydante qui se passe au niveau du four à rouleaux biscuit (FRB) où il existe 4 zones ce qui veut dire que le processus de cuisson des carreaux crus se passe sur 4 étapes pour obtenir le biscuit :

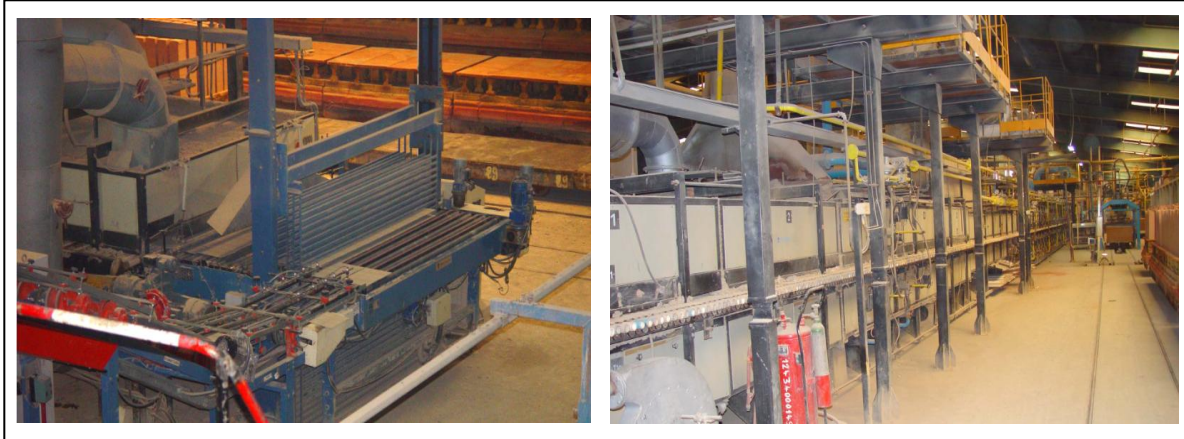
**Séchage** : pour dégager la quantité de l'eau restante dans les carreaux, où l'humidité sera inférieure à 1%, la température est variée entre (100°C et 250°C).

**Zone de pré-cuisson** : sert à chauffer les carreaux et dégager les gaz ; la température est variée entre : 250°C et 750°C.

**Zone de cuisson** : cette section est construire avec des matériaux réfracteur et des fibres céramiques spécifiques aux hautes températures (1000°C<T<1090°C).

**Zone de refroidissement** : le refroidissement se fait en deux temps :

Refroidissement rapide où la température peut arriver jusqu'à 600°C et refroidissement rapide lent avec une chute de température jusqu'à 150°C ; le cycle de cuisson peut atteindre 35 min.



**Figure II.14** : Four à rouleau pour cuisson biscuit FRB.

Le four à rouleaux biscuit (FRB) : est complètement moderne joignant en temps sur le même canal de cuisson une première section de séchage puis un pré-four ainsi qu'un préchauffage cuisson et à la fin la section de refroidissement (rapide, statique, et lent).

Les caractéristiques du four sont : .Modèle : ITAM23-5-18.

- Longueur utile (18modules) : 39,750m.
- Largeur intérieur de canal : 2,300m.
- Longueur utile de charge : 2,100m.
- Hauteur de four : 2,060m.
- Longueur mini du produit à cuir : 150mn.
- Température maximal de cuisson : 1300c°.
- Température de cuisson : 1080c°. Combustible : gaz.
- Temps de cuisson : 30 à 90mn. Cycle prévu : 35mn.
- Vitesse d'entrée carreau : 450m/mn.
- Vitesse de sortie carreau : 452m/mn.

### II.2.3.1.2.1. Le contrôle du biscuit :

Le contrôle est effectué au niveau du laboratoire, il consiste à prendre des échantillons de carreau à la sortie du four pour déterminer leur poids ; dimensions et résistances à la flexion :

**Poids du biscuit** : on utilise une balance de précision.

**Mesure des dimensions** : ceci est fait à l'aide d'un pied à coulisse ; on mesure les dimensions sur les quatre côtés du carreau et les épaisseurs sur les quatre diagonales pour chaque alvéole.

**Résistance à la flexion** : un appareil disponible au niveau du laboratoire ; destiné à l'essai mécanique. Pour chaque alvéole on mesure l'épaisseur (on prend la petite valeur) et la largeur du

coté (on prend la plus grande valeur) qui subit la rupture ; on introduit ces valeurs dans l'appareil puis on actionne et on lit la valeur de la résistance.

**Le retrait :** cette mesure est calculée après obtention des dimensions des carreaux crus et des biscuits ; le retrait est la moyenne des dimensions (largeur, longueur).

**Détermination de l'absorption d'eau :** placer le lot d'échantillon dans l'eau portée à l'ébullition (bain-marie) pendant 2 heures, après ce temps réglementaire, retirer les carreaux et peser chaque pièce et noter les résultats avec précision .

M1 : masse de carreau séché.

M2 : masse de carreau humide.

% Absorption =  $M2 - M1 / M1 * 100$ .

#### II.2.3.1.2.2. *Stockage des biscuits :*

Les biscuits sont acheminés par un convoyeur à courroies jusqu'à la machine à ventouse, cette machine sert à charger et décharger les carreaux cuits de la table à rouleau vers les wagons de stockage qui ont une capacité de 240m<sup>2</sup>, les biscuits sont stockés dans cette atelier en attendant de les transportés vers les deux chaines d'émaillage.



**Figure II.15 :** Stockage de biscuit.

#### II.2.3.1.2.3. *Certification du produit pour l'émaillage :*

La certification se base sur le contrôle de planéité et l'intégralité du biscuit ; chaque wagon est doté d'une fiche d'identification sur laquelle le produit est certifié, notons qu'un rapport de certification est donné par un poste de travail.

#### II.2.3.2. *Préparation des biscuits émaillés :*

Dans cette étape il existe deux chaines d'émaillages l'une pour l'obtention des carreaux mono couleur et l'autre pour les carreaux décorés. Les biscuits stockés dans les wagons sont transporté manuellement vers ces deux chaines, et ils sont triés et alimentés encore manuellement par un opérateur pour lancer l'émaillage. Cette opération est faite sur plusieurs étapes :

1. *Le chan freinage et marteau* : pour tester la résistance du carreau et le chaud freinage pour bien définir les côtés du carreau.
2. *Le brossage* : pour éliminer la poussière.
3. Le souffleur : pour éliminer les résidus de poussière sur les carreaux.
4. Humidification : pour appliquer la douche sur les carreaux qui sert à diminuer l'absorption d'eau du carreau.
5. *Application d'engobe* : c'est la première couche mise sur le biscuit, a une couleur crème. On utilise l'engobe avant l'émail puisqu'il a une bonne résistance mécanique, il est plus économique et il permet de masquer la couleur du biscuit.
6. *Application de l'émail* : c'est une deuxième couche mise sur le biscuit qui a une couleur blanche.
7. *Deux groupes d'ébarbage* : pour nettoyer les quatre cotés latéraux.

La première chaine est destinée pour la réalisation des carreaux mono couleur et s'arrête dans cette étape ; mais pour les carreaux décorés qui sont traités dans la deuxième chaine nécessite d'autres étapes plus que celles déjà cités, donc les carreaux émaillés continuent leur chemin passant par les relais suivants :

- *L'application du fixatif*, c'est une colle destinée a facilité l'application de la pâte sérigraphique.
- *L'application de la pâte sérigraphique* : la décoration se fait par une patte d'émail colorée dans les machines sérigraphiques « ensemble des tamis sérigraphie » chaque tamis possède un motif et une couleur particulier.



**Figure II.16** : L'alimentation des deux chaines d'émaillages.

#### **II.2.3.2.1.      *Contrôle des carreaux émaillés* :**

On mesure les poids des couches d'émaux et engobes : Un carreau émaillé sera pesé M1 à l'aide d'une balance de précision ; ensuite la couche d'émail est soigneusement enlevé à l'aide d'une spatule. Le carreau est pesé une nouvelle fois M2 ; La couche d'émail = M1-M2.

### II.2.3.2.2. *Stockage des carreaux émaillés :*

les carreaux émaillés sont acheminés par un convoyeur courroie vers des box de stockage qui ont une capacité de 70 m<sup>2</sup>, le chargement de ce dernier est effectué à l'aide d'une machine de chargement et déchargement des box (mécanisme automatique) puis stockés dans cet atelier afin de les transporter vers le four à rouleau pour cuisson émail FRE.



**Figure II.17 :** Stockage de biscuit émaillé dans des box.

La machine chargement des boxes : à la sortie des lignes d'émaillage, les carreaux sont stockés à l'aide d'un bras de chargement mobile dans les boxes avec des plans à rouleaux au moyen des unités de chargement, ces dernières fonctionnent à l'aide des UNICOMP à base des cartes électroniques (entrée, sortie et CPU contiennent des EPROM programmées). En cas de mal fonctionnement de la machine la ligne d'émaillage s'arrête et l'UNICOMP affiche l'alarme qui indique l'emplacement du problème dans la machine. Les boxes chargés de ces carreaux seront ensuite positionnés sur les lignes d'entraînement automatique en direction de l'entrée du four pour la cuisson d'émail.

### II.2.3.3. *Cuisson des biscuits émaillés :*

Les box sont acheminés à l'aide des lignes d'entraînement automatique vers la station de déchargement afin de décharger ces carreaux émaillés à l'aide d'une machine de déchargement des box, ces derniers sont acheminés à l'entrée du four à cuisson émail (F.R.E) à l'aide d'un convoyeur à courroie.

La cuisson se fait dans un four à rouleau émail à une température de 1000°C avec un cycle de cuisson de 50 min.



**Figure II.18 :** Le déchargement des box et cuisson des carreaux émaillés.

#### **II.2.3.3.1. Stockage de produit fini avant le triage :**

A la sortie du four, les faïences sont acheminés par un convoyeur à courroie jusqu'à la machine à ventouse qui pourvoit au chargement et déchargement des produits finis de la table à rouleau vers les boitiers (leur capacité c'est  $140m^2$ ) qui seront stockés dans cette atelier. Ces dernières seront acheminés ensuite vers la ligne de triage à l'aide d'un chariot élévateur.



**Figure II.19 :** Stockage des produits finis avant le triage.

#### **II.2.3.4. Triage et emballage :**

Les produits finis stocké dans les boitiers sont déchargé par la machine à ventouse dans la table à rouleau puis acheminé par un convoyeur à courroie jusqu'à la machine de trie. Les carreaux sont triés par bandes de triage de façon à ce que la belle face soumise à un examen soit visuelle normalement à une distance d'un mètre. Exposer les carreaux à une intensité lumineuse uniforme à la surface des carreaux et vérifier les pièces soumises à l'essai. Les produits finis sont classés selon les choix en trois classes :

- *Le 1<sup>er</sup> choix* : les carreaux n'ayant aucune contamination ni fissures ni bordure ébréchée.

- *Le 2<sup>ème</sup> choix* : les carreaux peuvent présenter quelques défauts.
- *Le 3<sup>ème</sup> choix* : des carreaux portants des fissures ayant des bords ébréchés, un émail surcuit ou incuit, une décoloration impropre.

Et on passe directement à l'emballage : les carreaux à revêtements mural sont mis dans des cartons qui contiennent 16 pièces.



**Figure II.20** : Triage & Emballage des produits finis .

### II.2.3.5. Stockage :

Le produit fini est stocké manuellement dans des palettes pour la commercialisation. La capacité de ces palettes est de 96 cartons, les palettes sont stockées dans une zone de stockage.



**Figure II.21** : Stockage des Produits finis

### II.2.4. Schémas de fabrication des faïences :

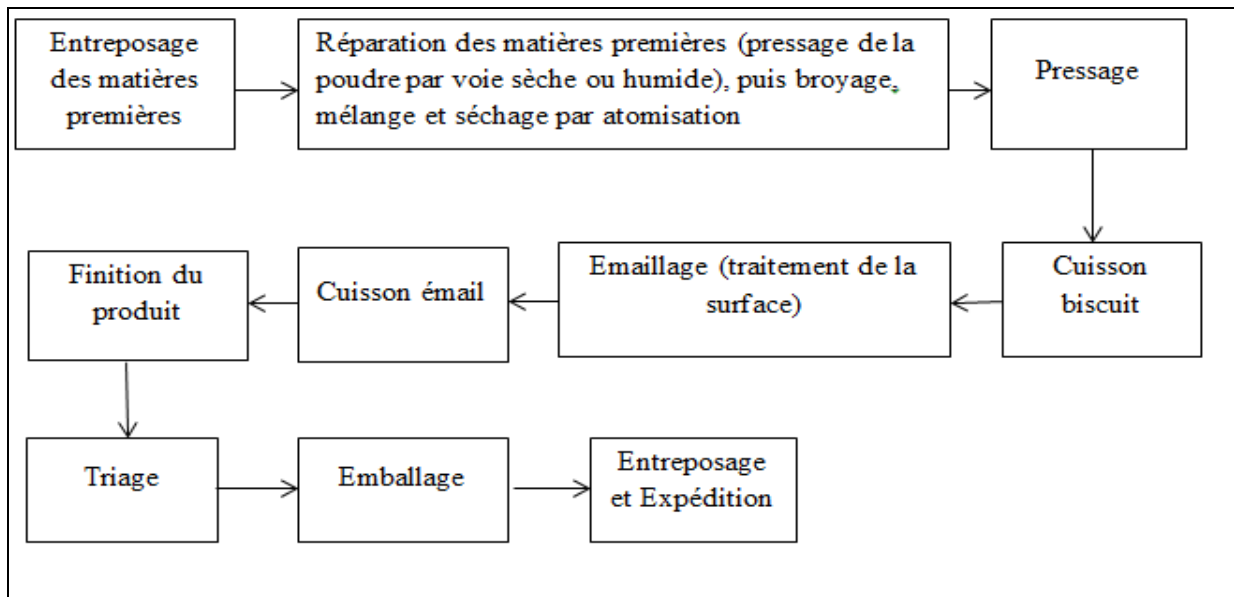


Figure II.22 : Processus de la production des carreaux de CERAMIR.

## II.3. L'étude Economique :

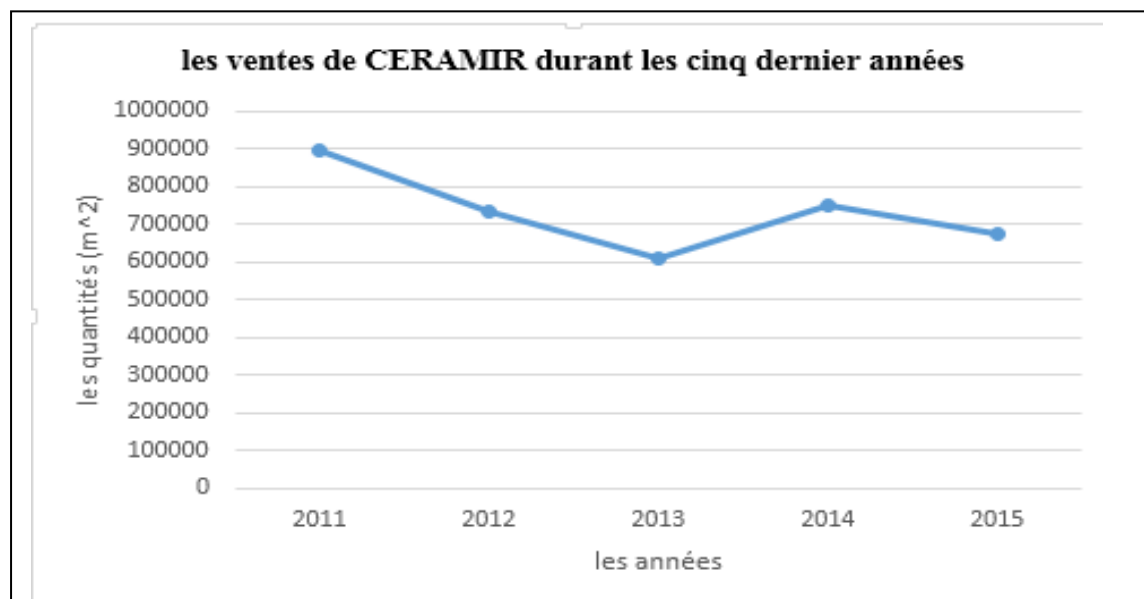
Dans une entreprise et son environnement, il existe une multitude de flux tant physiques (logistiques, de production) que économique...etc. La maîtrise de ces flux est un facteur clé de performance industrielle. Elle permet d'accroître à la fois la productivité de l'entreprise, d'améliorer la qualité, la sécurité, et améliorer aussi l'image de l'entreprise, ainsi que réduire ses coûts (d'approvisionnement, de fabrication et de distribution) et d'améliorer ses délais. L'analyse de la productivité d'une entreprise passe obligatoirement par une étude de ses états économiques. Cette partie fera l'objet d'une étude économique de la société CERAMIR afin de pouvoir analyser sa productivité.

### II.3.1. Etude économique de l'entreprise CERAMIR :

Depuis 1994 et après l'installation de la nouvelle ligne de production CERAMIR à augmenter son taux de vente jusqu'à 1.000.000 m<sup>2</sup>/an et à assurer la stabilité de sa situation économique ; mais ces dernières années la société a marqué une baisse très importantes dans les ventes ce qui complique encore une fois sa situation économique. Donc, les comptes des ventes durant les cinq dernières années de l'entreprise CERAMIR se présente comme suit :

| Les années                      | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Les ventes (m <sup>2</sup> /an) | 895796 | 731445 | 607111 | 746537 | 682983 |

Tableau II.1 : Les ventes de CERAMIR durant les cinq dernières années



**Figure II.23 :** Courbe des ventes de CERAMIR durant les cinq dernières années

- Interprétation des résultats :**

Les ventes de CERAMIR depuis 2011 avait des diminutions jusqu'à 607111m<sup>2</sup>/ans. En 2013 elle a marqué une augmentation arrivant jusqu'à 746537 m<sup>2</sup>/an. Les ventes de CERAMIR ont encore une fois baisées jusqu'à 671839m<sup>2</sup>/an en 2015. De ce fait, depuis 2011 Les ventes de CERAMIR restent toujours entre (600000 et 700000) m<sup>2</sup>/an.

Nous estimons que le problème est situé dans la phase de vente ou de production (réalisation). Pour bien identifier le problème, nous présentons les quantités réalisées et vendues pendant les trois dernières années :

| Désignation   | Réalisation                |        |        | Vente                      |        |        |
|---------------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|
|               | Quantité (m <sup>2</sup> ) |        |        | Quantité (m <sup>2</sup> ) |        |        |
|               | 2013                       | 2014   | 2015   | 2013                       | 2014   | 2015   |
| <b>Totale</b> | 607110                     | 744114 | 671839 | 607110                     | 744114 | 671839 |

**Tableau II.2 :** Les comptes des résultats quantitatifs de CERAMIR durant les trois dernières années.

- Interprétation des résultats :**

D'après les résultats du tableau 2, on constate que la réalisation ne dépasse pas les 800000 m<sup>2</sup>/an donc elle est toujours faible par rapport à la capacité réelle qui est de 1.000.000m<sup>2</sup>/an. Notons que tout ce qui est produit est vendu.

Nous constatons donc que le problème se situe dans la phase de production ce qui provoque un manque rentabilité d'activité industrielle et commerciale de l'entreprise CERAMIR.

On peut confirmer cette constatation par la variation du taux de rebut durant ces 3 dernières années :

| Les années | Rebut produit fini |
|------------|--------------------|
| 2013       | 22.50              |
| 2014       | 16.75              |
| 2015       | 24.25              |

**Tableau II.3 :** L'évaluation des rebuts durant les trois dernières années.

Les valeurs présentées dans le tableau 3 indiquent que le taux de rebut des produits finis est assez important surtout pour les années 2013 et 2015, ceci est dû principalement aux problèmes de dysfonctionnements des différents processus dans la phase de production.

En tenant compte de ces contraintes, nous devenons accomplir une étude approfondie dans tous les ateliers de préparation et de production depuis l'entrée des matières premières jusqu'à l'emballage et stockages des produit finis « faïences » afin d'obtenir les rendements de chaque machine afin de détecter les problèmes majeurs qui entrave la bonne marche de processus de production et de formuler notre problématique.

Le tableau ci-dessous résume la moyenne de rendement mensuelle des ateliers de production durant l'année 2015.

| les ateliers                           | Les machines                   | Prévision                    | Réalisation                  | Rendement     |
|----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
| <b>Préparation de barbotine</b>        | Moulin barbotine               | 2418.60 tonne/mois           | 1970.70 tonne/mois           | 81.48%        |
|                                        | Atomiseur                      | 2523.29 m <sup>3</sup> /mois | 1996.45 m <sup>3</sup> /mois | <b>79.12%</b> |
| <b>Préparation des frites et émaux</b> | Four de fusion pour les frites | 90.19 tonne/mois             | 78.16 tonne/mois             | 86.66%        |
|                                        | Moulin émaux et engobe         | 147tonne/mois                | 122.75 tonne/mois            | <b>83.50%</b> |
| <b>La chaîne de production</b>         | Presse                         | 109098m <sup>2</sup> /mois   | 92543 m <sup>2</sup> /mois   | 84.82%        |
|                                        | FRB                            |                              |                              |               |
|                                        | Machine à ventouse 1           | 109000m <sup>2</sup> /mois   | 73988m <sup>2</sup> /mois    | 67.78%        |

|  |                              |                               |                               |         |
|--|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------|
|  | Chaine d'émaillage 1         | 73522.71 m <sup>2</sup> /mois | 39257.56m <sup>2</sup> /mois  | 53.39%  |
|  | Chaine d'émaillage 2         |                               | 34111.62m <sup>2</sup> /mois  | 46.93%  |
|  | machine chargement des box   | 73422.71 m <sup>2</sup> /mois | 33232m <sup>2</sup> /mois     | 45.26%  |
|  | machine déchargement des box | 73422.71 m <sup>2</sup> /mois | 32121 m <sup>2</sup> /mois    | 42.86%  |
|  | FRE                          | 98455 m <sup>2</sup> /mois    | 69215 m <sup>2</sup> /mois    | 73.30%  |
|  | Machine à ventouse 2         | 98355 m <sup>2</sup> /mois    | 61369 m <sup>2</sup> /mois    | 62.45%  |
|  | Machine à ventouse 3         | 98255 m <sup>2</sup> /mois    | 56323.30 m <sup>2</sup> /mois | 57.32.% |
|  | Machine de trie et emballage | 95522.86 m <sup>2</sup> /mois | 52782.68 m <sup>2</sup> /mois | 55.25%  |

**Tableaux II.4 :** Les moyennes de rendement mensuel des ateliers de production.

- **Interprétation des résultats :** Les résultats mentionnés dans le tableau 4 montrent que :

Au niveau de tous les ateliers, l'ensemble des machines marquent une certaine baisse du rendement par rapport au cas idéal ; ceci est logique en vue du vieillissement de ces dernières qui sont surexploitées depuis plus de vingt années.

Une baisse assez importante dans le rendement au niveau de la chaine de production, précisément dans les trois stations de chargement et déchargement causée par la machine à ventouse :

- La première station est utilisée pour le chargement des biscuits dans les chariots.
- La deuxième est utilisée pour le chargement des produits finis avant triage dans les boîtiers.
- Et la dernière est utilisée pour le déchargement des produits finis stockés dans les boîtiers dans la chaine de triage.

Ainsi que les deux chaines d'émaillages et particulièrement la deuxième chaine qui est destiné à la réalisation des faïences décorés.

On peut aussi citer les box de stockage qui sont destinés pour le chargement et le déchargement des carreaux émaillés entre les chaînes d'émaillages et le four à rouleau pour cuisson émaille (FRE).

D'après ces résultats, on déduit que l'atelier de production est le maillon le plus faible parmi tous les ateliers qui formule le processus de production ; d'où l'intérêt de mettre l'accent sur cette étude.

#### **II.4. La problématique :**

D'après l'étude économique de la société CERAMIR on constate que le rendement de cette société peut arriver jusqu'à 1.000.000 m<sup>2</sup>/an, cette capacité n'est pas atteinte réellement puisque la chaîne de production des carreaux de revêtement murale avait des problèmes qui ne répondent plus aux exigences actuelles de production aussi bien quantitativement que qualitativement. A l'origine de cette situation, il convient de citer :

L'absence du programme de rénovation pour prendre en charge les problèmes liée aux équipements de production.

L'insuffisance des moyens mis en place pour une prise en charge effective des défauts liés à la qualité de produits dont une grande quantité est déclassée totalement rebuts.

##### **II.4.1. Anomalies détectées :**

Lors de l'opération du contrôle, certains produits défectueux sont rejetés à cause des défauts des coins cassés, les casses, les fissures et les micros fissures, ou les défauts sérigraphie. Ceci est dû aux contraintes suivantes :

###### **II.4.1.1. Machine à ventouse :**

Cette machine qui existe dans trois emplacements différents de la chaîne de production joue un rôle principal dans le chargement et le déchargement des carreaux de revêtement mural :

- a.** A la sortie du four à rouleau biscuit (F.R.B), le chargement des carreaux cuits dans les chariots (wagon).
- b.** A la sortie du four à rouleau biscuit émaillé (F.R.E), le chargement des carreaux dans des boîtiers.
- c.** Ainsi à l'étape de triage ; la troisième machine à ventouse va décharger les carreaux des boîtiers vers la table à rouleau pour trier les produits finis puis les emballer et les stocker pour commercialisation.

Actuellement, la machine à ventouse présente plusieurs dysfonctionnements techniques dont on cite les plus importantes :

#### **II.4.1.1.1. Problèmes mécaniques :**

- Le poids de la table aspirante qui ne s'adapte pas avec l'ancien support de la machine à ventouse et qui influe non seulement sur les carreaux mais aussi sur la table à rouleau.
- Décalage de niveau entre le tapis à rouleau et la table à rouleau de la ventouse.
- L'instabilité des courroies : dès que ce dernier repositionne de haut en bas pour acheminer les rangés des carreaux cuits, la plupart du temps la courroie perd son emplacement, donc les rangés sont désordonnés, ce qui cause un blocage au niveau de la machine à ventouse.
- Mauvais entraînement monté descente à cause des nombreuses pannes au niveau des différents composants (moteur, réducteur, chaîne métalliques). (Ça va créer des coins cassés au niveau de l'empilement des carreaux).
- L'usage des rouleaux au niveau du tapis : ce problème est causé par le désordonnement des rangés des carreaux cuits sur la table de machine à ventouse.
- L'usage d'éponges de la table aspirante causée par la température élevée des carreaux cuits (créer des casses au niveau des carreaux).
- Le dysfonctionnement des vérins à cause des fuites de pression.
- Un mal-fonctionnement des vérins à cause des pannes au niveau du distributeur.
- Des difficultés de chargement des carreaux dans le cas des pannes au niveau des composants des pompes d'aspiration ce qui entraîne la chute des carreaux.

#### **II.4.1.1.2. Problèmes électriques :**

- Un blocage d'automate causé par un mauvais contact au niveau du contacteur.
- Les pannes de photocellule qui conduisent vers un mauvais fonctionnement de la machine.
- Un mauvais empilage sur les wagons en cas de déplacement de photocellules.
- Blocage des machines en cas de dysfonctionnement des capteurs.

#### **II.4.1.2. Machine sérigraphie :**

Cette machine est localisée au niveau de la deuxième chaîne d'émaillage, cette dernière présente les dysfonctionnements suivants :

- Décalage des dessins décoratifs (les tamis).
- Des problèmes au niveau de la distribution des pâtes sérigraphiques qui nécessitent le nettoyage des tamis sérigraphie tout le temps.
- la déchirure des tamis sérigraphiques.
- Coupure de courant.

En plus de ces défauts suscités qui se traduisent par des effets défavorables au développement et à l'expansion de la société. Cette dernière est confrontée à un énorme problème de satisfaction des clients tel que des commandes importantes sont refusées ; vu le faible taux de production ainsi que les pertes de temps dû aux opérations de chargement et déchargement que nous avons déjà cités en plus des opérations manuelles. On peut citer le transport des chariots de stockage et l'alimentation des deux chaînes d'émaillage qui se font manuellement et qui influent non seulement sur la qualité de produit et le temps de production mais aussi sur le rendement des ouvriers (état de santé des ouvriers).

## **II.5. Solutions proposées :**

L'analyse des réalisations de production en ces deux dernières années, démontre une certaine progression, d'où la relance d'une allure croissante de ces paramètres qui demeure sujette à la mise en œuvre d'un plan pour remédier aux pannes, et aux dysfonctionnements des équipements de production pour 2016, en se basant sur les points suivants :

Mise en place des chaînes de liaisons (convoyeurs) entre :

1-Four FRB /Chaîne d'émaillage.

2-Chaîne d'émaillage /Four FRE.

3-FRE/ Triage

Afin d'éviter les stocks intermédiaires, généralement stocks de rebuts et assurer ainsi un transfert des carreaux sans incidents sur son intégralité (écornures, coins cassés et fissures).

Mise en place d'une machine de décoration à jet d'encre au niveau de la chaîne d'émaillage.

Afin d'augmenter le taux de production des pièces décorées et d'améliorer la qualité de ces dernières, ceci permettra d'augmenter les ventes de ce type de produit.

## **II.6. Objectif :**

L'objectif attendu de cette mise à niveau est relatif à l'amélioration des performances de la chaîne de production, tel que l'accroissement de la production annuelle en nombre qui passe de 700.000 m<sup>2</sup> à 1.000.000 m<sup>2</sup>, la diminution du taux de rebut.

Et l'introduction de nouvelle technique de décoration jet d'encre sur la chaîne d'émaillage pour améliorer la qualité des produits finis. Ainsi, les avantages suivants sont acquis :

1. Permettre une plus grande flexibilité de l'outil de production.
2. Satisfaire la demande nationale.
3. Réaliser un surplus pour l'exportation.
4. Réhabiliter et développer le potentiel industriel.
5. Elargir les gammes proposées.
6. Réduire les coûts de production.
7. Améliorer la rentabilité et les résultats financiers.

## **II.7. Conclusion :**

Ce chapitre décrit le processus de production ainsi que l'étude économique de la société CERAMIR que nous avons effectuée, cette étude nous a permis de détecter les problèmes majeurs qui entravent la bonne marche de la chaîne de production. Nous avons donc présenté quelques solutions avec l'identification de nos objectifs afin de commencer notre étude technique de la chaîne de production dont le but est d'assurer la réalisation de nos solutions proposées.

## ***Chapitre III***

### ***Les solutions proposées et la simulation***

### III.1. Introduction :

Après l'étude économique qui été destinée à cette société, on peut dire que la productivité de cette dernière est très basse à cause des différents problèmes rencontrés dans la chaîne de production ; et qui causent des risques catastrophiques que nous allons détailler dans ce chapitre. Ainsi, nous allons expliquer notre solution proposée qui sert à : diminuer aux maximum les opérations de chargement et déchargement des carreaux, relier toutes les étapes de production, rénover l'opération de décoration. Ces solutions visent généralement à diminuer les encours, le taux de rebuts, améliorer la qualité et bien sûr augmenter la productivité. Pour ce faire, une simulation ARENA est effectuée afin de comparer la nouvelle chaîne de production obtenue avec l'ancienne.

### III.2. Analyse technique de la situation actuelle :

#### III.2.1. *Les Problèmes techniques :*

Nous avons déjà cité dans le chapitre II, les problèmes qui apparaissent dans l'usine de CERAMIR- REMCHI, et qui ne répondent plus aux exigences actuelles de production. Alors dans ce chapitre, nous présentons un schéma qui représente la chaîne de production des carreaux céramiques (vue de haut) dans lequel nous indiquons les principaux points dans lesquelles se posent ces problèmes et avec une explication des influences et des risques de chaque problème afin de proposer des solutions adéquates et appropriées. La *figure III.1* représente la chaîne de production avec toutes ces étapes depuis le pressage des carreaux crus jusqu'à l'emballage des produits finis.

Dans ce schéma nous avons essayé d'indiquer les points qui entravent la bonne marche de la chaîne de production et qui influe négativement sur le rendement total de la société (la qualité de ces produits, la quantité et le temps de production) et qui cause risques catastrophiques pour les ouvriers.

D'après les numéros marqués dans ce schéma, nous citons les problèmes suivant :

- 1) Le problème de chargement et déchargement des produits.
- 2) Le problème des encours.
- 3) Le problème des opérations manuelles.
- 4) Le problème de décoration par les tamis sérigraphies.

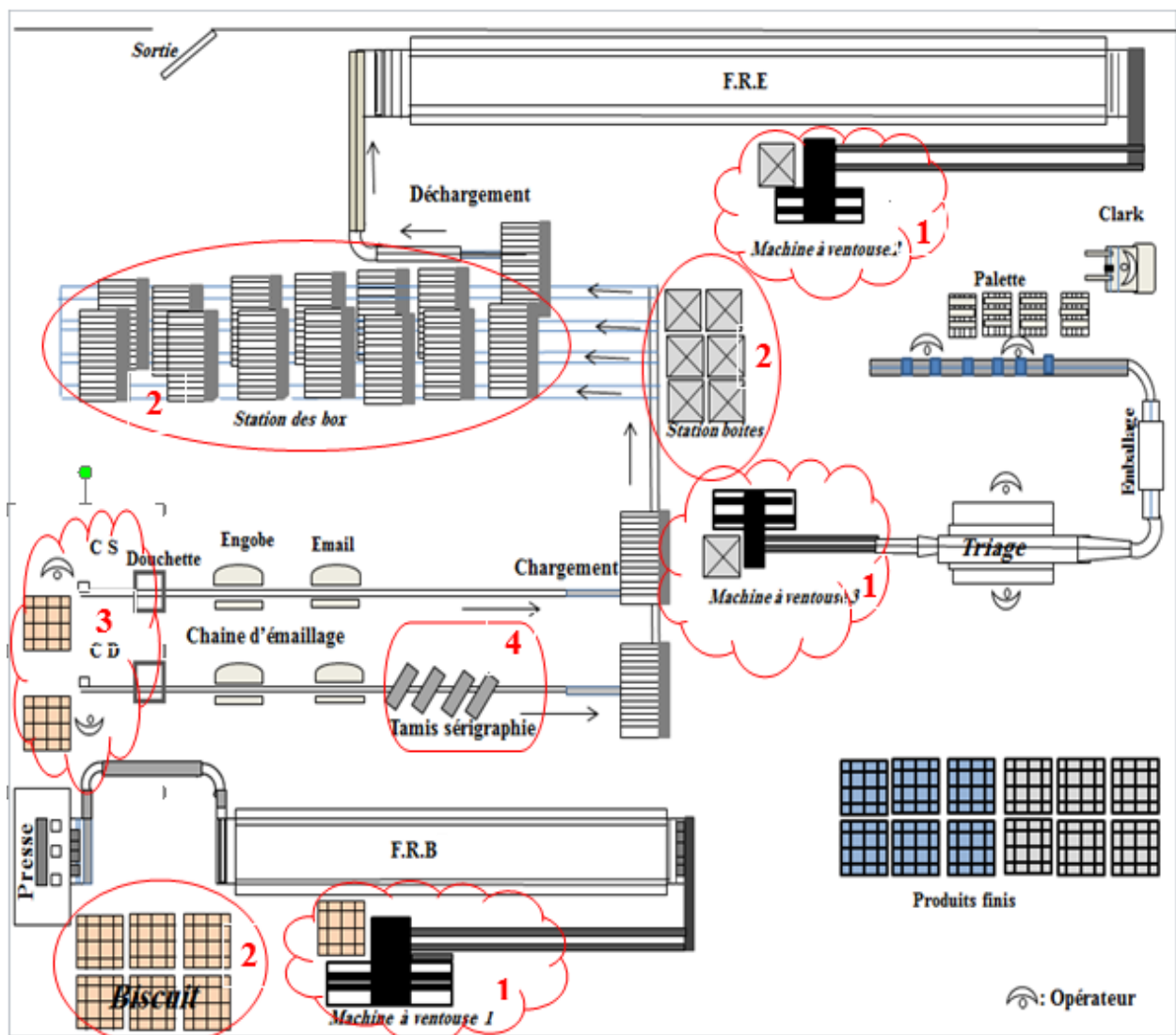


Figure III.1 : Les principaux problèmes dans la chaîne de production.

### III.2.2. Les risques et les influences :

Après l'observation des problèmes, nous citons l'influence de chacun sur la production ainsi que les risques provoqués par ces derniers. Le tableau suivant résume au maximum les risques et les influences de ces problèmes.

| La position des problèmes                                                                      | L'influence de ces problèmes et leurs risques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aux niveaux de trois machines à ventouse (machine de chargement & déchargement)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le taux de rebuts est très élevé et peut atteindre jusqu'à 10% (la casse, les coins cassé et les fissure des biscuits)</li> <li>▪ Mauvaise qualité (plus de 60% classé en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> choix).</li> <li>▪ Perte de temps.</li> <li>▪ Des risques catastrophiques pour l'ouvrier : risque physique comme la fatigue, mal au dos, des blessures car ils font des contrôles au cours du fonctionnement de la machine ...) ainsi que les risques de surdité....</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Aux niveaux des encours de biscuit et carreaux émaillé, (les chariots, les box & les boitiers) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'occupation d'espace ce qui cause l'entrave de la circulation pour l'ouvrier et pour les moyens de manutention ce qui provoque des accidents grave.</li> <li>▪ L'obstruction de l'aération des machines.</li> <li>▪ Des influences sur la qualité, les rebuts et les pertes du temps ; ainsi que des risques physiques qui attrape l'ouvrier par la manutention manuelle des encours (de la machine à ventouses aux zone de stockage et de ces zone vers les chaine d'émaillage).</li> <li>▪ Mauvaise qualité du carreau causé de la contamination de ces carreaux émaillés par la poussière ainsi que les opérations de chargement et déchargement des box.</li> <li>▪ Mauvaise qualité du carreau, la casse causé par les déplacements des boitiers par les chariots élévateurs.</li> </ul> |
| Au niveau des chaines d'émaillages                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ l'alimentation manuelle des deux chaines influence sur la qualité, les pertes du temps et les rebuts et sur la machine sérigraphie.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**Tableau III.1** : Les risques et les influences de ces problèmes sur la chaine de production.

Comme résultat de ce qui est décrit précédemment, les problèmes majeurs qui provoquent ces risques sont la discontinuité de la chaine de production ; c'est à dire l'absence de liaison entre les étapes de production qui ne demande pas obligatoirement ces stocks intermédiaires (les encours) ; par contre c'est nécessaire de lier ces étapes séparées, car la sensibilité de ce type de produits (les produit céramiques) demande des chaines de production continue. Ainsi que

l'absence d'un programme de rénovation. La même chose pour la technique de décoration qui est basée sur les tamis sérigraphie. Et comme la situation économique et productique actuel de cette société devient de plus en plus compliqué, il est nécessaire de réaliser ces solutions le plutôt possible afin d'éviter la défaillites en premier temps et d'assurer la performance de cette chaîne de production.

### III.3. La description des solutions :

Nos solutions dans cette étape deviennent plus claires et précises, elles sont basées essentiellement sur la coordination et la liaison de toutes les étapes ou les chaînes qui forment le processus de production (la chaîne de cuisson de biscuit, les deux chaînes d'émaillages, la chaîne de cuisson pour les carreaux émaillés et la chaîne de triage) par des convoyeurs afin d'obtenir une chaîne de production continue tel que chaque chaîne de liaison relie deux étapes (chaînes) successives et suit les caractéristiques de ces deux dernières. Nous allons décrire, détailler et citer les principales propriétés de chaque solution séparément dans les parties suivantes. Ainsi, nous allons installer une nouvelle machine de décoration 'La machine jet d'encre' au lieu de ces tamis sérigraphies.

#### III.3.1. Les convoyeurs de la chaîne de production :

La chaîne de production des faïences contient trois types de convoyeurs pour faciliter le déplacement des carreaux entre les étapes de production. Le schéma ci-dessous identifie les convoyeurs mis en place dans la chaîne de production :

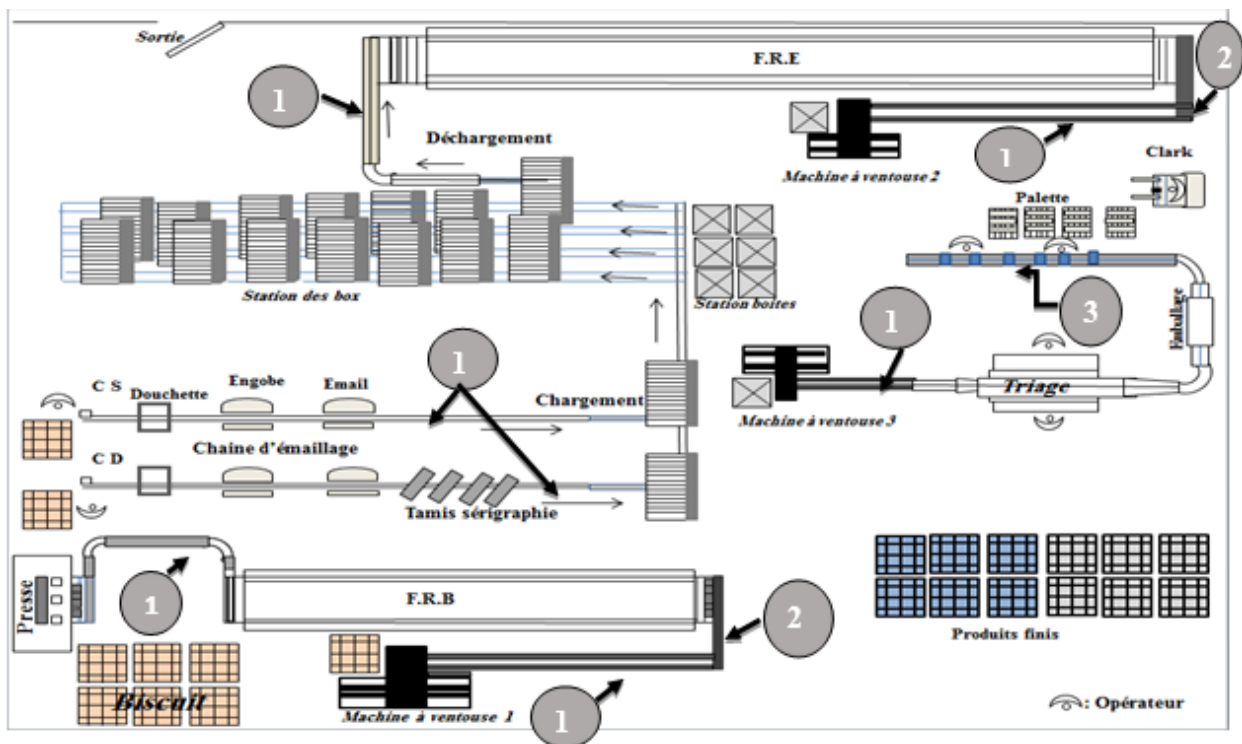


Figure III.2 : Schémas identifiant les convoyeurs installés dans la chaîne de production.

Les numéros indiqués dans la figure III.2 ci-dessus correspondents aux convoyeurs suivants :

- 1) les convoyeurs à courroies.
- 2) les convoyeurs à bandes.
- 3) les convoyeurs à rouleaux.

Alors nous avons déterminé les caractéristiques de ces convoyeurs résumés dans le tableau suivant :

| La position                        | Type de convoyeur | La longueur (m) | La vitesse (m/s) | La cadence (pièce/min) |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Presse /l'entrée F.R.B             | A courroie        | 30.2            | 0.36             | 52                     |
| Sortie F.R.B./machine à ventouse 1 | A bande           | 2               | 0.50             | 10                     |
|                                    | A courroie        | 16              | 0.50             | 30                     |
| Chaine d'émaillage simple          | A courroie        | 76              | 0.76             | 70                     |
| Chaine d'émaillage décoré          | A courroie        | 76              | 0.76             | 60                     |
| Entrée F.R.E                       | A courroie        | 16.20           | 0.79             | 30                     |
| sortie F.R.E/ machine à ventouse 2 | A bande           | 2               | 0.546            | 10                     |
|                                    | A courroie        | 19.40           | 0.546            | 50                     |
| machine à ventouse 3/Triage        | A courroie        | 5.60            | 0.356            | 120                    |

**Tableau III.2 :** Les caractéristiques des convoyeurs de la chaîne de production.

A partir du tableau au-dessus, nous avons remarqué que les **convoyeurs à courroies** sont utilisés abondamment dans cette chaîne, et généralement ce type de convoyeurs est exploité largement dans les entreprises qui fabriquent les carreaux céramiques puisqu'il possède plus plusieurs avantages :

- Convoyeur particulièrement adapté à la manutention de produits légers et de petites dimensions.
- Fonctionnement silencieux, souple et régulier.

- Convoyeur polyvalent permettant aussi bien des implantations horizontales montantes ou descendantes avec possibilité de rupture de pente.
- La souplesse des courroies permet de s'adapter facilement au transport de produits vrac.
- Grand choix des courroies (courroies crantés, courroies plates, Courroies trapézoïdales....etc.) permettant de s'adapter à un très grand nombre de produits et d'applications.
- Convoyeur de conception simple mais robuste, ne nécessitant qu'une maintenance réduite.
- Et aussi ces convoyeurs sont moins chers que certains types (assurer une meilleure optimisation du coût).

Grace à ces raisons, la société CERAMIR a choisie d'installer ce type de convoyeur. Car il garantit et assure une meilleure manutention de ces carreaux pour toutes les distances et sans incidences sur la qualité de leurs produits.

La société utilise aussi le convoyeur à bande mais seulement dans deux emplacement (à la sortie FRB et à la sortie FRE) ; juste pour relier les tables à rouleaux (liée à ces fours) avec les convoyeurs à courroie et encore pour faciliter l'opération de contrôle.

Et pour les convoyeurs à rouleaux, ils sont utilisés pour transporter les carreaux emballés (cartons) car il s'adapte beaucoup plus avec les produits conditionnés.

La section suivante présente une description techniques des convoyeurs à courroies afin d'avoir une idée plus claire sur notre projet et saisir les critères principales qui devrait être prise en compte dans les chaines de liaison.

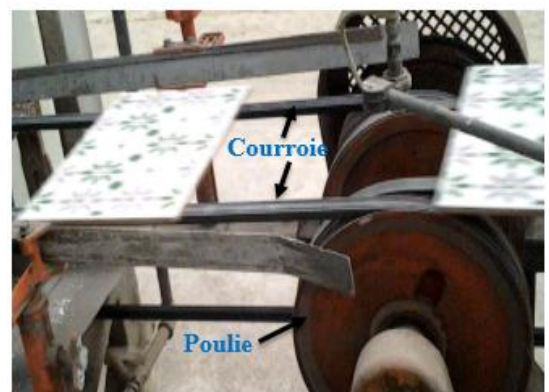
### III.3.2. *Les caractéristiques techniques des convoyeurs :*

Les convoyeurs disponibles actuellement dans la chaine de production et qu'on veut les raccorder avec de nouveaux convoyeurs sont des convoyeurs à courroies dont les caractéristiques techniques sont mentionnées dans le tableau III.2 :

**Le moteur asynchrone :** triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil.

**Le poulie :** c'est une roue tournant autour d'un axe et dont la jante porte une courroie ou un câble servant à soulever des charges ou à transmettre un mouvement.

**La courroie trapézoïdale :** est une courroie de section trapézoïdale. Cette forme lui donne un bon contact sans glissement, avec les poulies, par principe mécanique de coincement (elle ne doit pas être trop tendue sous peine d'usure rapide anormale)



**Figure III.3 :** Le convoyeur à courroie

**Le réducteur de vitesse** : c'est un réducteur mécanique qui a pour but de modifier le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme.

**Le variateur** : Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en variant la fréquence et la tension.

#### III.4. Les chaines de liaisons :

Le choix des convoyeurs pour les trois chaines de liaison basé sur les contraintes suivantes :

- Un convoyeur qui s'adapte avec notre produit (faïence).
- Un convoyeur qui s'adapte avec les longues distances.
- Un Convoyeur polyvalent permettant aussi bien des implantations horizontales que montantes ou descendantes avec possibilité de rupture de pente puisque l'installation de ce dernier nécessite une pente afin d'éviter le problème d'entrave de la circulation.
- Un meilleur cout qui s'adapte avec les contraintes financières de cette société.
- Un convoyeur qui assure une meilleure adaptation avec les deux chaines que nous allons relier.

En tenant compte de toutes ces contraintes (les convoyeurs de la chaine de production) nous avons choisi le **convoyeur à courroies** comme solution de notre problème vue que c'est le seul type qui répond à toutes nos contraintes et qui assure une meilleure adaptation avec les autres chaines (convoyeurs) avec lesquels nous allons reliés et qui sont de même type.

##### III.4.1. La chaine de liaison entre FRB & chaines d'émaillages :

La chaine de liaison FRB / Chaines d'émaillages est donc un **convoyeur à courroie**. Cette chaine qui relie la sortie du FRB avec les deux chaines d'émaillages doit suivre les caractéristiques de ces convoyeurs qui présentent une meilleure adaptation avec les produits fabriqués et les machine existante dans la chaine de production durant toutes ces années.

Partant de ce raisonnement, on peut citer les composants ainsi que les caractéristiques principales qui assurent le bon fonctionnement de cette nouvelle chaine.

Les composants et les caractéristiques de la nouvelle chaine (FRB/chaines d'émaillages) sont :

- La longueur de cette ligne est de 45394 m.
- Ligne de transport avec 2 courroies avec des supports, Les poulies.
- Groupe traction avec motoréducteur,
- Moteurs asynchrones. Régulateurs de flux électronique 2 courroies.
- Courbe, 2 courroies 90°.
- Compensateur 120 pièces.
- Tableau électrique pour compensateur.

- Dispositif de rotation carreaux. L'armoire électrique.

**Remarque :**

L'acheminement des faïences vers les chaînes d'émaillages peut provoquer des chocs thermiques car la température des faïences à la sortie de fours est égale à 160°C ; donc pour éviter ces problèmes il faut installer des ventilateurs qui assure le refroidissement des carreaux au cours de leurs acheminement. Ces données nous ont aidés à faire une conception sous l'AutoCAD pour bien éclaircir la nouvelle situation.

**III.4.1.1. La conception de Ligne de liaison entre F.R.B & les chaînes d'émaillages :**

### **III.4.2.      *La chaine de liaison entre la chaine d'émaillage & FRE :***

Cette nouvelle chaine (émaillage & FRE) est aussi un **convoyeur à courroie**.

Nous avons proposé de lier une seule chaine d'émaillage avec l'entrée du four à rouleau biscuits suivant les conditions et les contraintes suivantes :

L'existence de deux chaines différentes l'une pour les carreaux décorés et l'autre pour les carreaux simples.

Un seul four pour la cuisson des carreaux émaillés qui nécessite la présence d'un seul type de carreaux pour éviter les problèmes de triage et d'emballage.

La production est sur commandes.

Cette chaine nécessite des composants qui suivent aussi les caractéristiques des deux chaines liées pour assurer la bonne marche de toute la chaine de production et néglige les différents problèmes.

Donc cette chaine se caractérisent par :

- Une longueur égale à 40215 m.
- Ligne de transport avec 2 courroies, des supports et des poulies.
- Groupe traction avec motoréducteur, moto variateur.
- Moteur asynchrone, régulateur de flux électrique et 2 courroies.
- Compensateur 30 pièces.
- Tableau électrique pour compensateur.
- Groupe de connexion avec 2 courroies et poulies.
- Courbe escamotable avec système de relevable pneumatique avec transport supérieure à 2 courroies et motorisation puissante.
- Groupe de réseau de protection contre chute du matériel : série de protection en réseau pour protection chute matériaux sur le trait de la ligne surélevée.
- L'armoire électrique.

Clickours.com

### **III.4.3.      *Chaine de liaison entre sortie F.R.E & le triage :***

La troisième chaine entre F.R.E. & Triage assure la continuité complète de la chaine de production, elle est caractérisée par :

- Une longueur égale à 24.880 m.
- Ligne de transport avec 2 courroies, poulie et des supports.
- Groupe traction avec motoréducteur.
- Moteur asynchrone.
- Régulateur de flux électronique et 2 courroies.
- Compensateur de 90 pièces.
- Tableau électronique pour compensateur.
- COURBE 90°.
- L'armoire électrique.

#### **III.4.3.1.      La conception de la ligne entre F.R.E & le triage.**

Aux cours du programme d'investissement de la mise à niveau, qui est basé essentiellement sur l'installation des chaînes de liaison (convoyeur à courroie), et la machine de décoration jet d'encre. La société CERAMIR-Remchi fait des appels d'offre avec plusieurs fournisseurs, afin de choisir le meilleur fournisseur qui répond aux exigences de la société. Le tableau suivant résume les fournisseurs retenus par l'entreprise pour la réalisation de notre projet.

| Equipement/installation     | Opération projetées                                                                                                                              | Fournisseur | Coût total DA |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| Ligne de transport carreaux | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FRB/ chaînes d'émaillage</li> <li>• Chaînes d'émaillage/ FRE</li> <li>• FRE/ machine de Trie</li> </ul> | CERTECH     | 25.920.051.35 |
| Machine de décoration       | Acquisition d'une machine de jet d'encre                                                                                                         | SACMI       | 231.375.500   |

**Tableau III.3 : Opérations projetées et leurs coûts**

### III.5. La machine de décoration :

Les carreaux décorés nécessitent une nouvelle machine de décoration jet d'encre, qui peut remplacer l'ancienne technique de décoration basée sur l'utilité des tamis sérigraphie puisque ce dernier crée des problèmes catastrophiques qui influent sur la qualité, la quantité, et bien sur le temps de production. Le choix de ce type de machines est basé essentiellement sur leurs adaptations avec les chaînes d'émaillages qui sont des convoyeurs à courroies et l'espace libre autour de ces deux chaînes car cette machine de décoration nécessite une surface importante pour son installation.

#### III.5.1. Description de la fourniture - machine de décoration :

**La machine jet d'encre :** c'est une Imprimante Numérique Céramique « DHD 708-4/6 TETTES », de nouvelle génération qui présente certaines innovations techniques importantes qui la rendent encore plus efficace et fiable. Cette dernière a pour application de contrôler et synchroniser l'encre céramique ; elle présente les caractéristiques suivantes :

- 4 barres chromatiques avec dispositifs de distribution de la couleur « FLOW-FILL ».
- 6 têtes d'impression 1002 GS 12
- 4 unités d'alimentation encrent « IDRA ».
- Largeur maximum d'impression 418mm.
- Adaptation pour 2 ultérieures barres chromatiques.

- Plan d'impression avec têtes externes et barres chromatiques installées sur des glissières qui en permettent le glissement frontal pour faciliter les opérations d'entretien et de nettoyage.



**Figure III.7 :** Imprimante Numérique Céramique « DHD 708-4/6 TETTES

L'imprimante DHD peut être dotée, sur demande, d'un système de transport à courroies dentées et rectifiées avec rails.

### ***III.5.2. Applications et conditions pour installation de l'imprimante DHD :***

L'utilisateur doit donc garantir les conditions de fonctionnement indiquées ci-dessous. L'absence ou le non-respect de ces conditions, pouvant porter à l'endommagement et au mauvais fonctionnement du système d'impression, entraîne la déchéance immédiate de la garantie pour vice de la part du fournisseur :

- Cabine climatisée : l'imprimante numérique DHD doit être logée dans une cabine climatisée à une température comprise entre 20°C et 25°C et une humidité relative inférieure à 70%.
- Système d'aspiration adéquat.
- Installation air comprimé adéquate.
- Flux constant du produit vers la machine.
- Température carreaux ne dépassant pas 45°C et évaporation absente.
- Distance minimum entre la dernière application d'émail et la machine numérique : 10-12 m avec vitesse de la ligne inférieure ou égale à 25 m/min.
- Connexion Internet pour l'assistance à distance.
- Signaux d'interface machine — ligne d'émaillage.

- Système d'alimentation sans interruption.

### III.6. Estimation de production :

#### III.6.1. *Synthèse de production période année 2015 :*

La production physique, au titre de l'exercice 2015, a atteint un niveau de réalisation à l'ordre de 682.983,84 m<sup>2</sup> correspondant à 77.61% de taux de réalisation. Avec un taux de rebut de 24.25%, ce dernier est dû principalement aux problèmes techniques aux niveaux de la chaîne de production.

L'installation des nouvelles lignes de liaison et la machine de décoration à jet d'encre, a éliminé toutes les opérations de chargement et déchargement, la manutention manuelle et a renouvelé l'étape de décoration. Ces améliorations visent à diminuer le taux de rebuts et à améliorer le taux de réalisation. Les tableaux suivants représentent l'évaluation de la production par jour, par mois et par année, de la chaîne de production actuelle et l'estimation obtenue par la nouvelle chaîne.

##### 1. Production par jour :

| <b>Journalière</b>   | Prévision (m <sup>2</sup> ) | Réalisation (m <sup>2</sup> ) | Taux de réalisation % | Taux de rebut % |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Avant l'installation | 5.200                       | 3.900                         | 75                    | 24.25           |
| Après installation   | 5.200                       | 4.940                         | 95                    | 5               |

**Tableau III.4 :** L'évolution de la production par jour

##### 2. Production par mois :

| <b>Mensuelle</b>     | Prévision (m <sup>2</sup> ) | Réalisation (m <sup>2</sup> ) | Taux de réalisation % | Taux de rebut % |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Avant l'installation | 156.000                     | 117.000                       | 75                    | 24.25           |
| Après installation   | 156.000                     | 148.200                       | 95                    | 5               |

**Tableau III.5 :** L'évolution de la production par mois

**3. Production annuelle :****TR% : taux de réalisation**

| Année 2015           | Prévision (m <sup>2</sup> ) | Réalisation (m <sup>2</sup> ) | Ecart       | T.R % | Ventes valorisées KDA |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-------|-----------------------|
| Avant l'installation | 880.000,00                  | 682.983,84                    | -197.016,16 | 77,61 | 204.386               |
| Après installation   | 880.000,00                  | 836.000                       | - 44.000    | 95    | 250176.77             |

| Année 2015           | Taux de rebut % | La quantité de rebut (m <sup>2</sup> ) | Le cout de rebut KDA | Marge bénéficiaire DA |
|----------------------|-----------------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Avant l'installation | 24.25           | 213.400                                | 63860.91             |                       |
| Après installation   | 5               | 10670                                  | 3193,04              | 60.667,86             |

**Tableau III.6 :** Comparaison de l'évolution de la production pour l'année 2015

- Interprétation :**

Selon les résultats obtenus nous constatons une large diminution du taux de rebuts (de 24% à 5%) et une amélioration du taux de réalisation (de 77.61% à 95%). Ce qui justifie la bonne mise en place de la nouvelle ligne de production (convoyeurs).

**III.7. La simulation du système :**

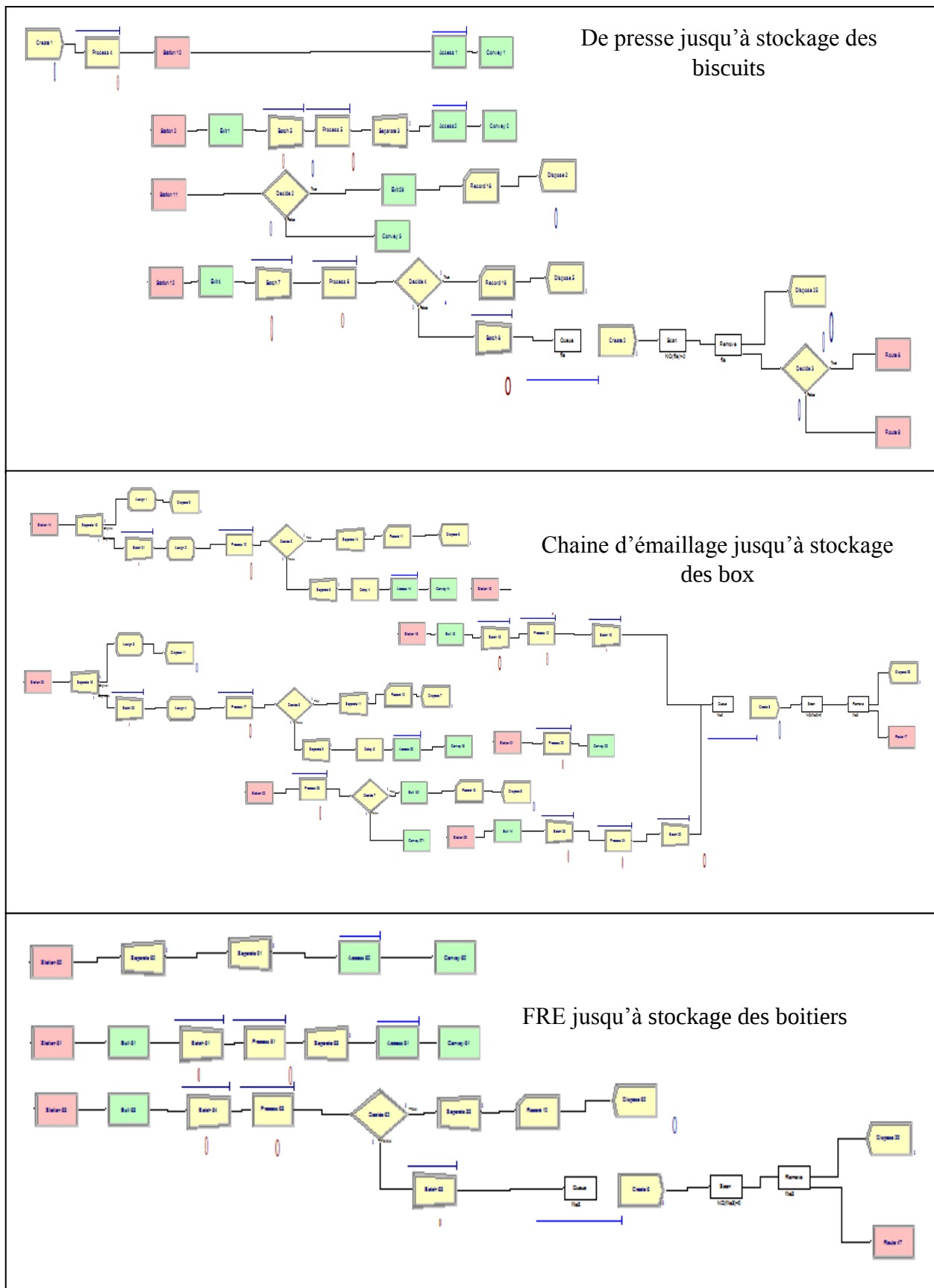
Afin de comparer entre les deux systèmes, nous avons modélisé les deux systèmes de production des carreaux céramiques avant et après l'installation des lignes de liaisons par le logiciel ARENA. Nous présentons dans le tableau suivant les paramètres réels de notre système utilisés pour réaliser notre simulation.

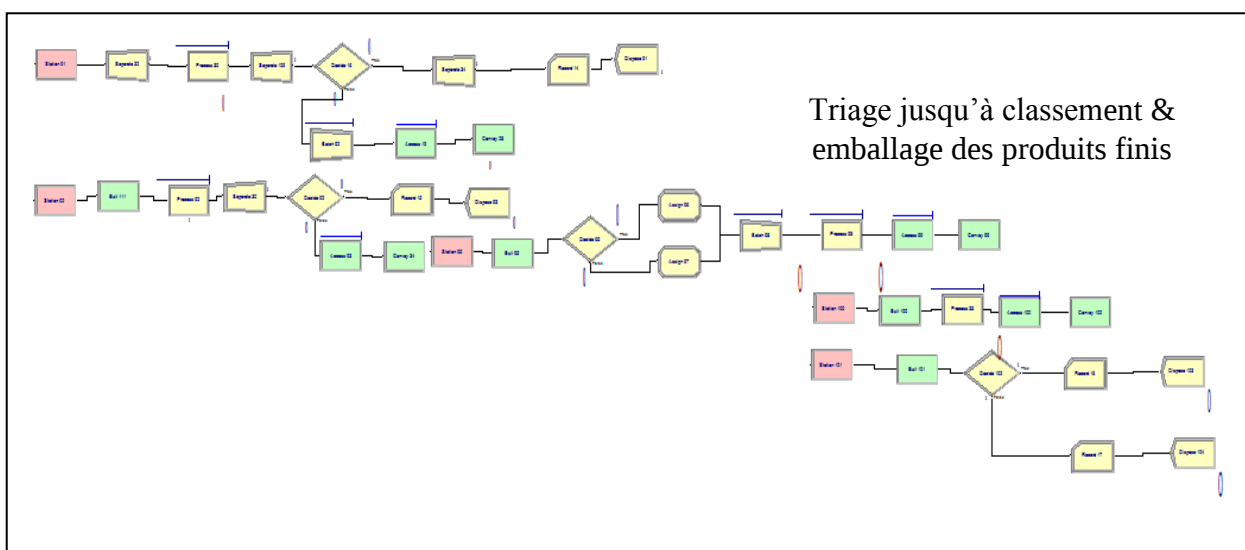
| Les ressources | Presse | F.R.B  | Chaine d'émaillage | F.R.E  | Triage | emballage |
|----------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|-----------|
| Temps de cycle | 4 s    | 35 min | 10 s               | 50 min | 5 s    | 15 s      |

**Tableau III.7 :** Le temps de cycle des ressources

### III.7.1. *Modèle avant l'installation des chaines de liaison :*

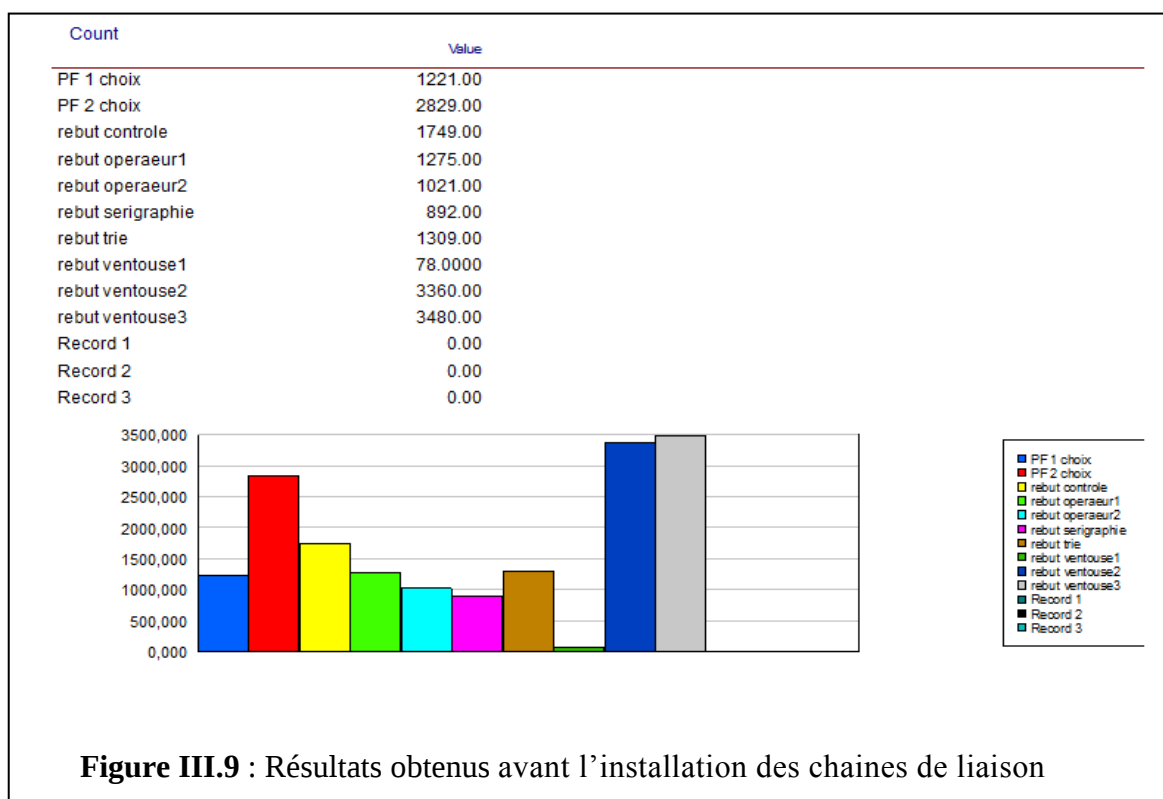
Ce modèle représente toutes les étapes de production des carreaux.





**Figure III.8 :** Modélisation de la chaîne de production avant l'installation des chaînes de liaison

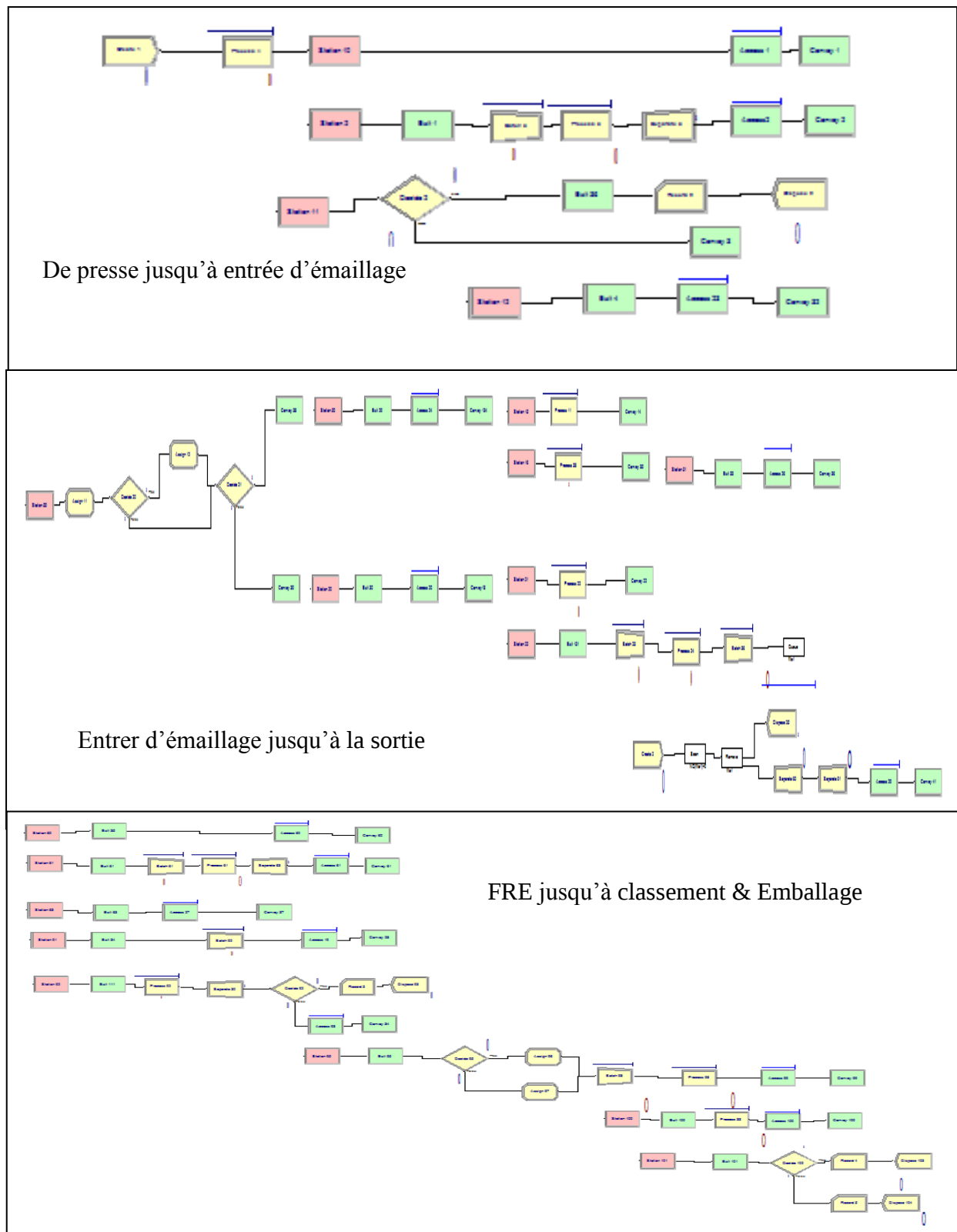
Les résultats suivant sont obtenu après simulation de cette chaîne de production pour une durée d'une journée.



**Figure III.9 :** Résultats obtenus avant l'installation des chaînes de liaison

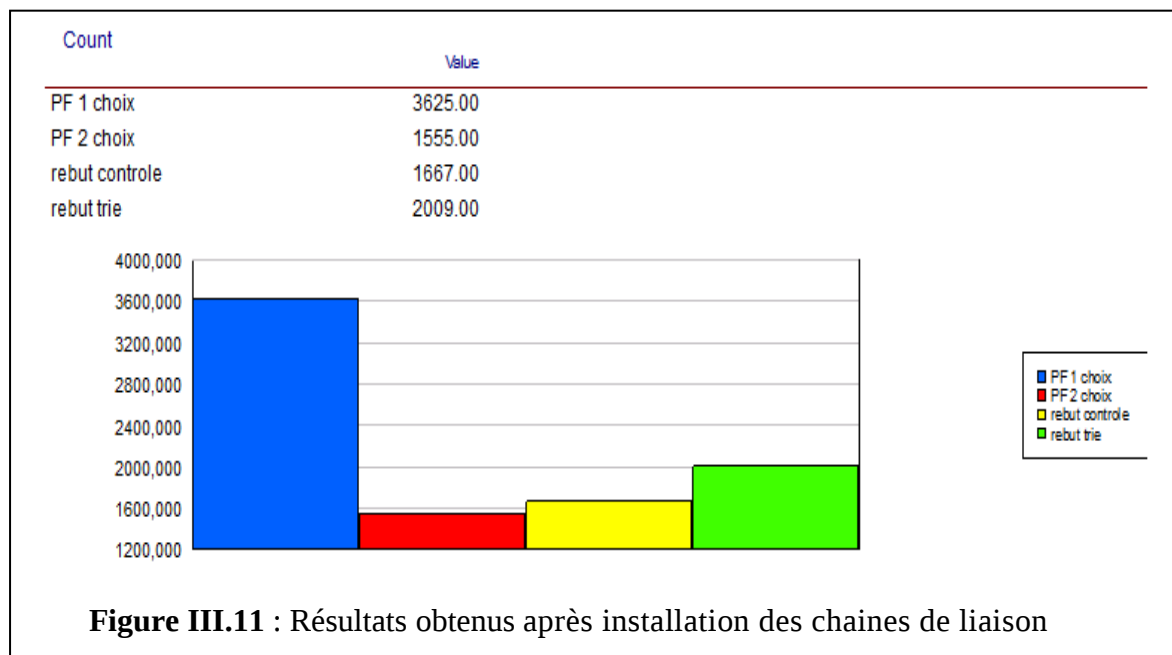
### III.7.2. *Modèle après installation des chaines de liaison :*

Ce modèle représente la chaîne de production après installation des convoyeurs et la machine jet d'encre, que nous avons proposées.



**Figure III.10 :** Modélisation de la chaîne de production après installation des chaines de liaison

Les résultats suivant sont obtenu après simulation de la nouvelle chaine de production pour une durée d'une journée.



- **Interprétation des résultats :**

Nous citons les performances principales dans le tableau suivant :

|                                                                                | Système<br>avons<br>l'installation | Système après<br>installation |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Nombre de pièces réalisés<br/>(1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> choix)</b> | 64.800                             | 254.336                       |
| <b>Taux de réalisation %</b>                                                   | 76                                 | 95                            |
| <b>Taux de rebuts %</b>                                                        | 24                                 | 5                             |

**Tableau III.8 :** La comparaison des performances entre deux systèmes

- Les résultats obtenus avec la simulation avant l'installation des convoyeurs sont pratiquement les même que ceux obtenus dans la réalité.
- Les modifications proposée sur cette chaine de production ont permis d'augmenter le nombre de produits finis réalisés à 95 %, et de diminuer le taux de rebuts jusqu'à 5 %.

### III.8. L'évaluation de l'investissement :

La société CERAMIR-Remchi a signé des contrats avec les sociétés CERTECH et SACMI afin de réaliser les lignes de liaisons, ces sociétés ont donné les coûts d'investissement correspondants aux modifications effectuées, le tableau suivant indique le prix total des lignes de liaison et de la machine de décoration.

| L'investissement                                             | Prix total euros    | Prix total DA         |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| La ligne de liaison entre FRB & la chaine d'émaillage        | 96.004,50 €         | 12.000.562,6          |
| La ligne de liaison entre fin de la chaine d'émaillage & FRE | 68.794,50 €         | 8.599.312,5           |
| La ligne de liaison entre sortie de FRE & Triage             | 42.561,41 €         | 5.320.176,25          |
| Machine de jet d'encre                                       | 185.100,00 €        | 231.375.500           |
| <b>Total</b>                                                 | <b>330.540,41 €</b> | <b>257.295.551,35</b> |

**Tableau III.9 :** Le prix total de l'investissement

- **Interprétation :**

Les calculs suivant permettent d'avoir une idée sur la durée de rentabilité de la nouvelle ligne de production proposée :

**La marge bénéficiaire** est de : 60.667,86 KDA = 60.667.860 DA

**Le cout total d'investissement** est de : 257.295.551,35 DA

$$\text{La durée de rentabilité} = \frac{257.295.551,35}{60.667.860} = 4.24 = 4 \text{ ans}$$

Nous constatons que la société pourra récupérer l'argent investi dans la réalisation de cette nouvelle ligne de production après 4 ans.

### III.9. Conclusion :

Après les calculs que nous avons faits et les résultats obtenus par la simulation ARENA, nous constatons une large diminution du taux de rebuts et une amélioration du taux de réalisation. Ce qui justifie la bonne mise en place de la nouvelle ligne de production (convoyeurs), et la machine de décoration. Notons aussi que l'argent investi peut être récupéré dans une durée de 4 années, ce qui argumente d'avantage l'intérêt financier et économique de la solution proposée.

# ***Conclusion Générale***

## Conclusion générale :

La chaîne de production est l'ensemble des opérations de fabrication nécessaires, à la réalisation d'un produit manufacturé, des matières premières jusqu'à la mise sur le marché ; ce dernier fait appel aux différents types des équipements qui nécessitent une cohésion parfaite afin d'assurer une production de qualité . Certains types des produits présentent une grande fragilité comme les produits céramiques ce qui nécessitent une continuité dans ces étapes de production afin d'assurer une manutention sans incidences sur ces types et éliminé aux maximum les opérations de chargement et déchargement, les opérations des stockages intermédiaires, etc...dû principalement à la discontinuité des chaînes de production puisque ces derniers provoquent des dégradations de la qualité, l'augmentation des taux de rebuts et des pertes du temps.

Nous avons fait une étude dans l'entreprise CERAMIR REMCHI spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des carreaux céramiques pour revêtement mural ; leur système de production est discontinu ce qui provoque des problèmes techniques qui influencent directement sur les performances de la chaîne de production. Notre objectif consiste essentiellement en la rénovation et l'amélioration de cette chaîne afin de diminuer le taux de rebuts et augmenter le taux de réalisation ; notre proposition de rénovation concerne l'installation de lignes de liaison entre les étapes séparées (*FRB/Chaîne d'émaillage ; Chaîne d'émaillage / FRE ; FRE /Triage*), et une machine de décoration jet d'encre, nous avons utilisé le logiciel ARENA pour faire la simulation de notre système afin de comparer les deux chaînes de production. D'après les résultats obtenus, nous constatons une large diminution du taux de rebuts et une nette progression du taux de réalisation. Ce qui justifie la bonne mise en place des lignes de liaison (convoyeurs à courroie), et la machine de décoration dans la nouvelle ligne de production proposée.

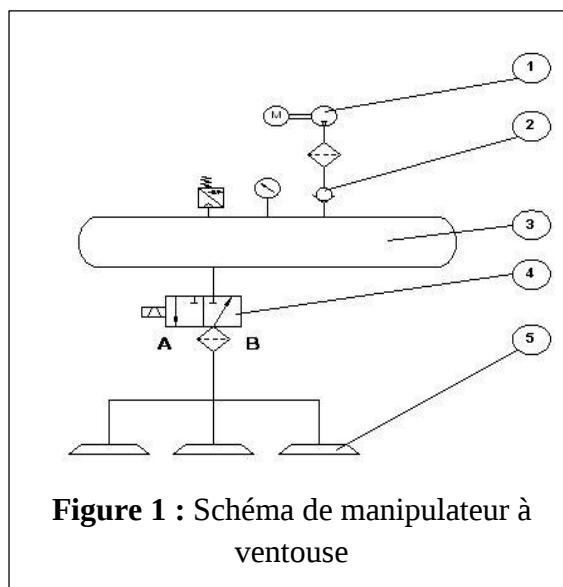
La société CERAMIR a signé un contrat avec les deux fournisseurs SACMI et CERTECH pour l'installation des nouvelles lignes de liaison et la machine de décoration. Ces deux fournisseurs donnent le coût total de l'investissement ce qui nous a permis à calculer la durée de rentabilité. Nous avons donc conclu que la société pourra récupérer son argent investi au bout de 4 ans environ.

## Annexe

### 1. Principe de fonctionnement de la machine à ventouse :

Le schéma suivant présente le principe de fonctionnement du levage par vide à l'aide de ventouse

- pompe (1) aspire le vide dans la réserve (3) au travers du clapet anti-retour (2) et maintient un niveau de vide supérieur ou égal à 80 %.
- La vanne à vide (4), à trois voies, met en communication la réserve de vide avec les ventouses ou avec l'air libre.
- En appuyant sur le bouton « DÉPOSE » pendant 0,5 secondes, le coulisseau se déplace en position A.
- Les ventouses (5) sont mises à l'air libre et la charge est
- décrochée instantanément. La réserve (3) est isolée et le vide se trouve disponible pour l'opération suivante.



En cas de rupture de courant, la vanne ne change pas de position, ce qui empêche la chute de la charge.

### 2. Carte de pesée des frites / émaux :

❖ **Type :** FRITTE OPAQUE

| Code | Matières          | U.M | Quantités |
|------|-------------------|-----|-----------|
| 1    | FELDSPATH FKK 100 | Kg  | 102       |
| 2    | CRAIE             | Kg  | 45        |
| 3    | BORAX PENTA       | Kg  | 96        |
| 4    | KAOLIN CHAMOTTE   | Kg  | 42        |
| 5    | ZIRCON            | Kg  | 59        |
| 6    | QUARTZ ADWAN      | Kg  | 156       |

**Tableau 1 : La quantité des matières première de FRITTE OPAQUE**

❖ **Type :** *FRITTE TRANSPARENTE*

| Code | Matières          | U.M | Quantités |
|------|-------------------|-----|-----------|
| 1    | OXYDE DE ZINC     | Kg  | 15        |
| 2    | BORAX PENTA       | Kg  | 77        |
| 3    | ACIDE BORIQUE     | Kg  | 7         |
| 4    | CRAIE             | Kg  | 65        |
| 5    | KAOLIN CHAMOTTE   | Kg  | 57        |
| 6    | FELDSPATH FkK 100 | Kg  | 83        |
| 7    | QUARTZ ADWAN      | Kg  | 196       |

**Tableau 2 :** La quantité des matières première de *FRITTE TRANSPARENTE*❖ **Type :** *ENGOBE*

| Code | Matières         | U.M | Quantités |
|------|------------------|-----|-----------|
| 1    | FRITTE OPAQUE    | Kg  | 420       |
| 2    | KAOLIN RE6       | Kg  | 630       |
| 3    | QUARTZ ADWAN     | Kg  | 350       |
| 4    | EAU              | L   | 500       |
| 5    | STTP             | G   | 900       |
| 6    | COLLE CMC        | G   | 300       |
|      | Temps de broyage | Hrs | 17        |

**Tableau 3 :** La quantité des matières première d'*ENGOBE*

❖ **Type :** *Email blanc*

| Code | Matières            | U.M | Quantités |
|------|---------------------|-----|-----------|
| 1    | FRITTE OPAQUE       | Kg  | 1190      |
| 2    | FRITTE TRANSPARENTE | Kg  | 140       |
| 3    | KAOLIN PAR PAR      | Kg  | 70        |
| 4    | EAU                 | L   | 450       |
| 5    | STTP                | G   | 360       |
| 6    | COLLE CMC           | G   | 120       |
|      | Temps de broyage    | Hrs | 17        |

**Tableau 4 :** La quantité des matières première d'*Email blanc*❖ **Type :** *Email Semi Opaque*

| Code | Matières            | U.M | Quantités |
|------|---------------------|-----|-----------|
| 1    | FRITTE OPAQUE       | Kg  | 665       |
| 2    | FRITTE TRANSPARENTE | Kg  | 665       |
| 3    | KAOLIN PAR          | Kg  | 70        |
| 4    | EAU                 | L   | 450       |
| 5    | STTP                | G   | 600       |
| 6    | COLLE CMC           | G   | 200       |
|      | Temps de broyage    | Hrs | 16        |

**Tableau 5 :** La quantité des matières première d'*Email Semi Opaque*

## 3. Le plan de l'entreprise CERAMIR-Remchi-

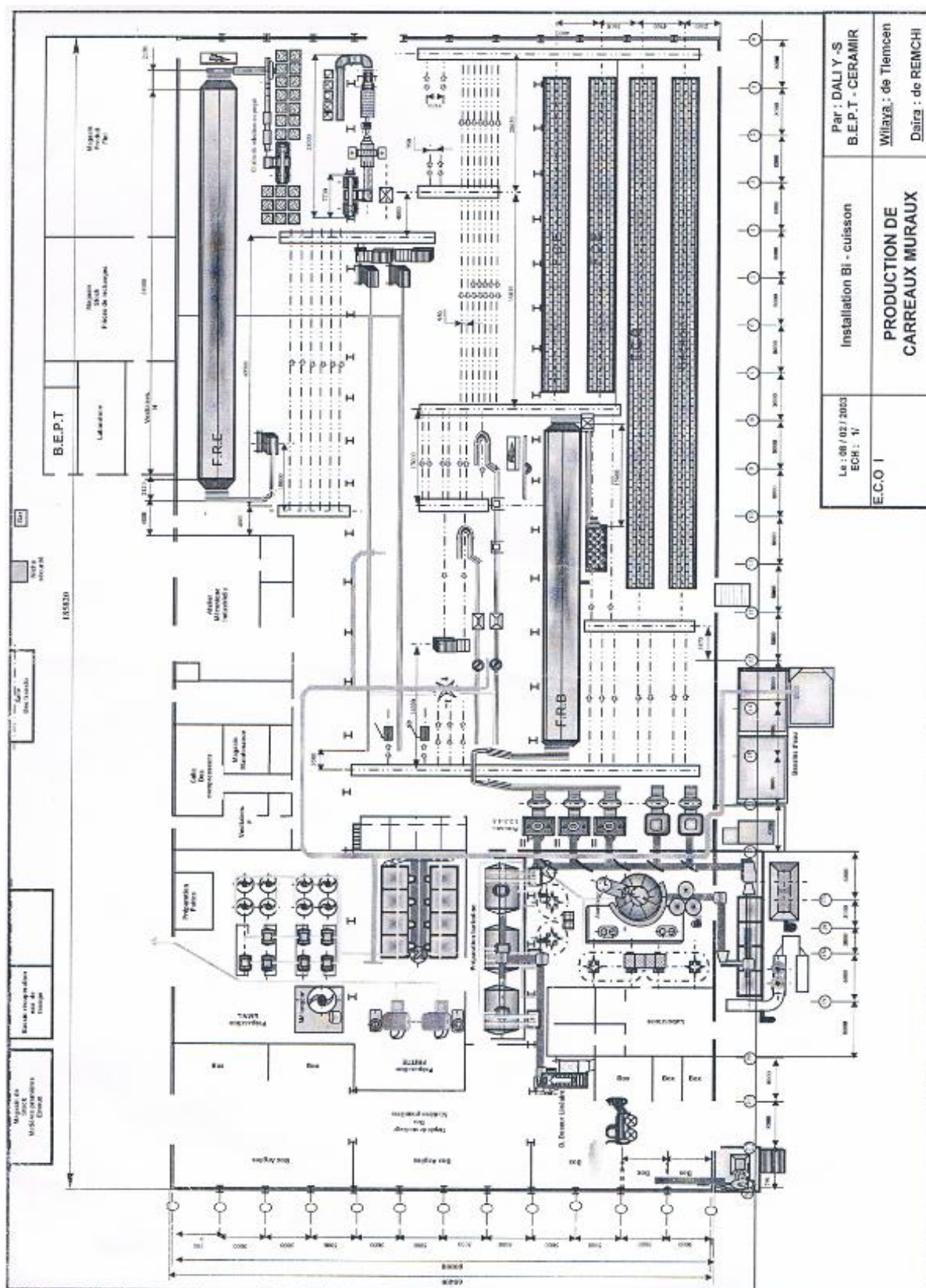


Figure 2 : le plan de l'entreprise CERAMIR-Remchi

## Références & Bibliographie :

- [1] <http://www.activargile-provence.fr/3.cfm?p=222-fabrication-cuisson-et-decors-ceramique-poterie-faïence-p> Visite le Février 2016
- [2] <http://www.Wikipedia Foundation, Inc., organisation> Visite le Février 2016
- [3] [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com) › Economie et Finance Visite le Mars 2016
- [4] [www.perso.mines-albi.fr/~fontanil/THESE/5\\_Partie1\\_p13\\_43.pdf](http://www.perso.mines-albi.fr/~fontanil/THESE/5_Partie1_p13_43.pdf) Visite le Mars 2016
- [5] [www.logistiqueconseil.org/Fiches/Entrepot.../Materiel-manutention.pdf](http://www.logistiqueconseil.org/Fiches/Entrepot.../Materiel-manutention.pdf) Visite le Mars 2016
- [6] <https://www.logismarket.fr/manipulateurs-ventouse/3745940852-cp.html> Visite le Février 2016
- [7] [www.Conveyors-proposal-v2.pdf](http://www.Conveyors-proposal-v2.pdf) Visite le Février 2016
- [8] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Convoyeur> Visite le Février 2016
- [9] [https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/lex\\_conv\\_transp\\_1996\\_20040706](https://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/lex_conv_transp_1996_20040706), Visite le Février 2016
- [10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Convoyeur> Visite le Février 2016
- [11] <http://www.directindustry.fr/cat/convoyage/autres-convoyeurs-sol-BD-25.html> Visite le Février 2016
- [12] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Convoyeur> Visite le Février 2016
- [13] [www. Mémoire online- par llunga Guillaume KATOBO](http://www.Mémoire online- par llunga Guillaume KATOBO) Visite le Février 2016

**Résumé :**

Ce travail est dédié, principalement, à une étude pour la rénovation d'une chaîne de production des carreaux céramiques pour revêtement murale dans l'entreprise CERAMIR – Remchi qui est spécialisé dans la fabrication des faïences simple et décoré de format (20\*30).

La chaîne de production de cette société est sujette à de nombreux problèmes techniques qui ne répondent plus aux exigences des clients aussi bien quantitativement que qualitativement. Cette entreprise est soumise à une pression économique dans le marché national dû à de fortes contraintes à savoir : un taux de rebuts très élevé, un rendement de production faible.

Nous avons donc proposé de réaliser des chaînes de liaison aux points suivantes afin d'améliorer les performances de cette chaîne de production :

- Four FRB/Chaîne d'émaillage.
- Chaîne d'émaillage/Four FRE.
- FRE/Triage

Et d'installer une nouvelle machine de décoration jet d'encre dans la chaîne d'émaillage afin d'améliorer la qualité des carreaux réalisés décorés. Une conception des chaînes de liaison est ainsi faite avec logiciel ARENA pour illustrer les modifications.

**Mots clés :** chaîne de production, chaîne de liaison, convoyeurs, ARENA, CERAMIR.

**Abstract :**

This work is dedicated, mainly, with a study for the restoration of a line production of the ceramic squares for lining wall in the CERAMIR-Remchi company that is specialized in the simple manufacture of earthenware and is decorated with format (20\*30).

The line production of this company is prone to many engineering problems, which do not fulfill any more the requirements of the customers as well quantitatively but qualitatively. This company is subjected to an economic pressure in the national market due to strong constraints namely: a very high rejection rate, a weak output of production.

We thus proposed of carried out chain of connection at the points following in order to improve the performances of this line production:

- Furnace FRB /Chain of enameling.
- Chain of enameling/Furnace FRE.
- FRE/Sorting

Moreover, to install a new machine of decoration jet of ink in the chain of enameling in order to improve quality of the squares realized decorated. A design of the chains of connection is thus made with software ARENA to illustrate the modifications.

**Key words:** line production, chain of connection, conveyers, ARENA, CERAMIR.

### ملخص:

هذا العمل مخصص أساسا لدراسة وتجديد خط إنتاج البلاط بالشركة الجديدة للزليج الخزفي سيرا مير الرمشي والتي تعاني من ضغوط اقتصادية في السوق المحلية. هذا الخط المخصص لإنتاج الزليج الخزفي الغير المستمر يخضع للعديد من المشاكل التقنية مما أدى الى عدم تلبية متطلبات الزبائن كميا ونوعيا على حد سواء وذلك بسبب انخفاض معدل الإنتاج وارتفاع نسبة المنتج الضائع.

لذا اقترحنا ان نحقق إجراء تعديلات على مستوى هذا الخط والتي تهدف الى ربط مراحل سلسلة الإنتاج، إضافة الى تجديد تقنية الديكور من اجل تحسين نوعية المنتج ورفع مستوى الإنتاج.