

Université My Ismail

Le **CO**mplexe **CE**ramique
du **MA**roc

**Ecole Nationale Supérieure
D'Arts et Métiers - Meknès -**



RAPPORT DU STAGE

Période du stage : de 01/07/2002 à 31/07/2002.

Préparé par : **Mustapha RAIS.**

Année Universitaire : 2002-2003

Remerciement

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage ,et qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce travail , en particulièrement :

M. Tajmouati EL HADI	Président directeur général
M. Moustafa ZOUIN	Chef de division technique

Mes sincères remerciements aussi à monsieur Mohamed BOUDIDA Directeur de l'ENSAM de Meknès, ainsi à tout le personnel de notre école d'ingénieur.

sommaire

Remerciement	1
Sommaire.....	2
Introduction.....	3
1- Présentation de COCEMA.	
1-1- Informations générales.....	4
1-2- Historique de COCEMA.....	4
1-3- Organigramme de la société.....	5
2- Les différents secteurs de COCEMA et leurs activités.	
2-2- Carrière d'argile.....	6
2-2- Secteur de préparation d'argile de mono-cuisson.....	6
2-3- Laboratoire.....	7
2-4- Département BCR	7
2-5- Département mono-cuisson.....	7
3- Description des étapes de production des carreaux céramique.	
3-1- Etapes de production de BCR.....	7
3-2- Etapes de production de Mono-Cuisson (MC).....	12
3-3- description du four	13
3-3-1/ les différentes zones du four	13
3-3-2/ Brûlures	15
3-3-3/ ventilateurs	15
3-3-4/ rouleaux	16
4- Travail effectué	17
Conclusion	19

Introduction

Afin de concrétiser les connaissances théoriques et techniques acquises durant le cycle préparatoire à l'ENSAM et pour ce familiariser avec le milieu industriel, on effectue un stage à la fin de la 2^{ème} année.

Alors j'ai choisi la société COCEMA à Fès pour passer mon stage durant le mois juillet. C'est une société qui se hisse aujourd'hui au rang des premiers fabricants de céramique grâce à la nouvelle technologie.

Ainsi ce rapport, dans le quel j'essaye de répondre à la question ; **«Quelles sont les étapes suivies dans le processus de production ? »**, comporte une brève présentation de la société, une description générale du processus de production et mon travail effectué.

1- Présentation de COCEMA :

1-1- Informations générales

COCEMA est la détermination commerciale du COMplexe CERamique du MARoc, spécialisé dans la fabrication de céramique (carreaux en céramiques et vaisselle en porcelaine).

La société occupe une superficie de 1400.00 m² dont 2000 m² sous forme de grands hangars non exploités. Elle dispose d'un effectif environ 1800 ouvriers + cadres, c'est ce qui l'a aidé à atteindre une capacité annuelle de production de 4 millions m² de carreaux et 2000 tonnes de porcelaine.

La société fabrique 2 types de carreau céramique :

- Les carreaux de mur avec un décor traditionnel ou moderne, ce type est appelé le Bicuison.
- Les carreaux de sol : ce sont les carreaux Mono-Cuisson .

1-2- Historique de COCEMA :

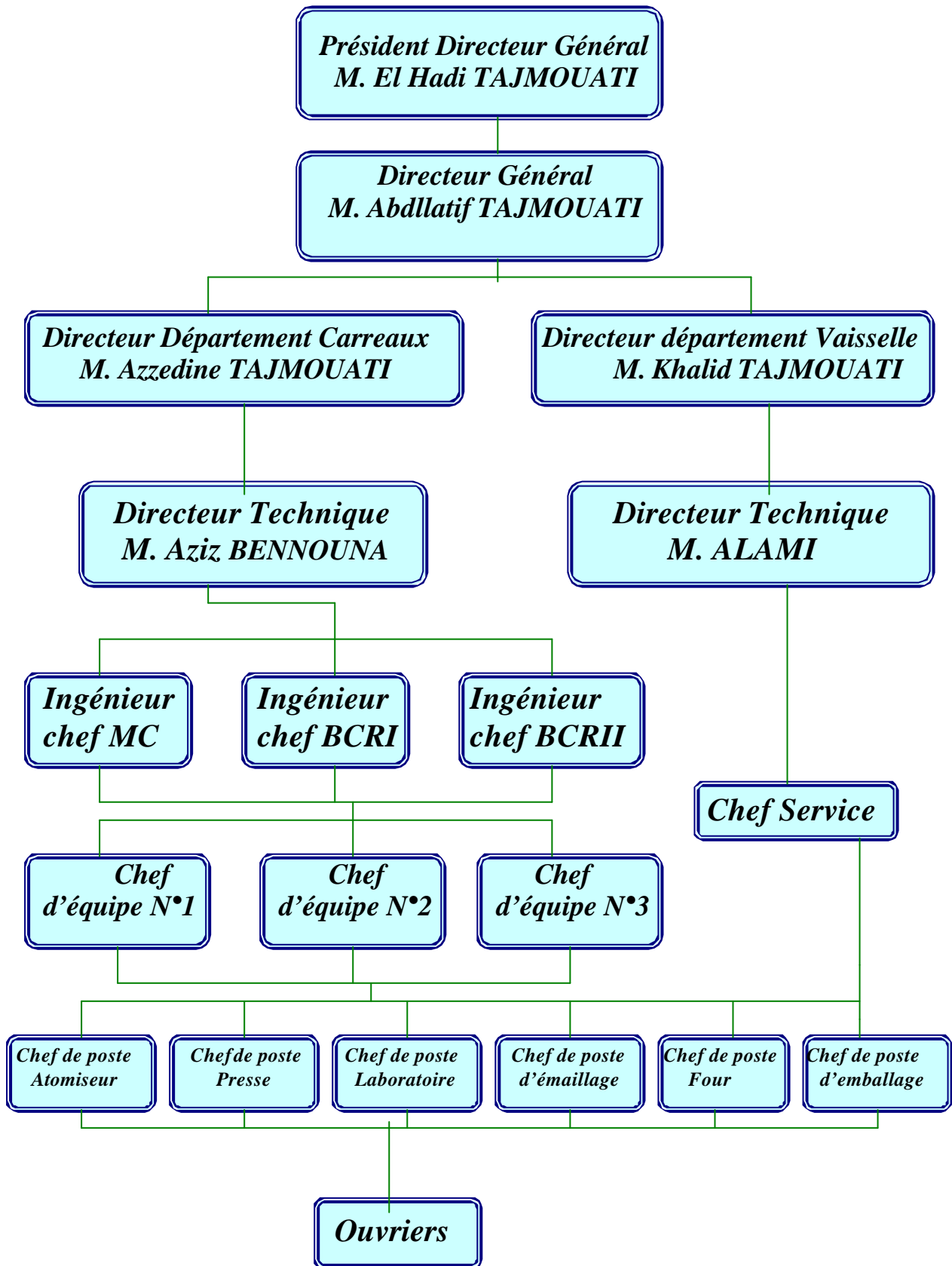
Le complexe céramique du Maroc « COCEMA » est une société anonyme créée en 1968 avec un capital de 120.000.0000 DH, l'objectif de COCEMA est l'exploitation d'une ressource naturelle de la terre pour satisfaire les besoins du marché..

Pour atteindre son objectif COCEMA a pratiqué une politique révolutionnaire depuis sa création; elle a progressivement changé le mode de production qui se basait sur la force humaine en introduisant de nouvelles techniques.

Actuellement ses usines sont dotées de mécanismes évalués, tous les systèmes sont automatisés et l'exécution du travail se fait par des programmes.

1-3- Organigramme de COCEMA

(voir la page suivante)



2- Les différents secteurs de COCEMA et leurs activités :

2-1- Carrière d'argile :

COCEMA utilise deux types d'argile : l'argile de la carrière Benjellik à la région de DharMehraz de Fès et l'argile de la carrière Tazota à la région de safrou, ce sont les principales sources de la matière première.

A la carrière Benjellik s'effectue la préparation d'argile pour le bicuisson rapide BCR. :

Un mélange des matières premières[Tazota 45%, benjellik 45%, chamotte10, eau] se met sous forme d'une couche à l'air libre qu'on laisse sécher, puis elle est stockée dans des hangars avant d'être transportée vers des silos où elle se prépare à passer les étapes suivantes.

- ? Concassage
- ? Tamisage
- ? humidification

La matière première passe par un concasseur (moulin) pour subir une fragmentation et un broyage puis elle est transportée vers les silos, et à l'aide des vis sans fin, la matière broyée passe au tamis vibrant par un élévateur. Le tamis est constitué par une toile métallique. La matière première qui traverse la toile passe par une humidification pour avoir un pourcentage d'humidité toléré.

2-2- Secteur de préparation d'argile de mono-cuisson.

- Un mélange de :
- 45% de Benjellik.
 - 45% de Tazota.
 - 10% de Chamotte : le déchet et les casses biscuits concassées.
 - Sodium Méta silicaté : composé chimique.
 - Tripoli phosphate : composé chimique.
 - Silice et de l'eau.

se met dans un broyeur pour obtenir la barbotine qui passe vers une chambre cylindro-conique où elle se nébulise très finement puis elle s'éjecte en haut en traversant un courant d'air chaud qui crée une grande turbulence et un bloc thermique.

A la suite de cette opération, on obtient une poudre granulée séchée ou semi-séchée suivant un pourcentage d'humidité bien déterminé, puis elle est conduite vers des silos avant d'être transportée aux presses du département mono cuisson MC, et une poudre très fine qui est accumulée d'autres parts pour être injecter de nouveau dans la barbotine pour éviter une faible résistance mécanique des carreaux après le pressage.

Le taux d'humidité peut se régler par le flux d'air chaud.

2-3-Laboratoire :

Son rôle est principal dans COCEMA, il collabore avec tous les départements pour alimenter les lignes d'émaillages par l'engobe, l'émail, les pattes sérigraphies, ainsi que les toiles pour l'impression de décors voulus (commandés), il contrôle aussi la capacité et l'humidité pour les carreaux, la viscosité et la densité pour l'émail.

2-4- Département Bicuison rapide :

Ce département s'occupe de la production des carreaux BCR(bicuison rapide), il est divisé en deux parties :

La 1^{ère} partie pour le BCR I comporte 2 lignes de production, elle fait le pressage de carreaux.

La 2^{ème} partie pour le BCR II avec 3 lignes de production.

Chaque partie a deux fours, un pour la première cuisson et l'autre pour la deuxième cuisson.

2-5- Département Mono-Cuisson :

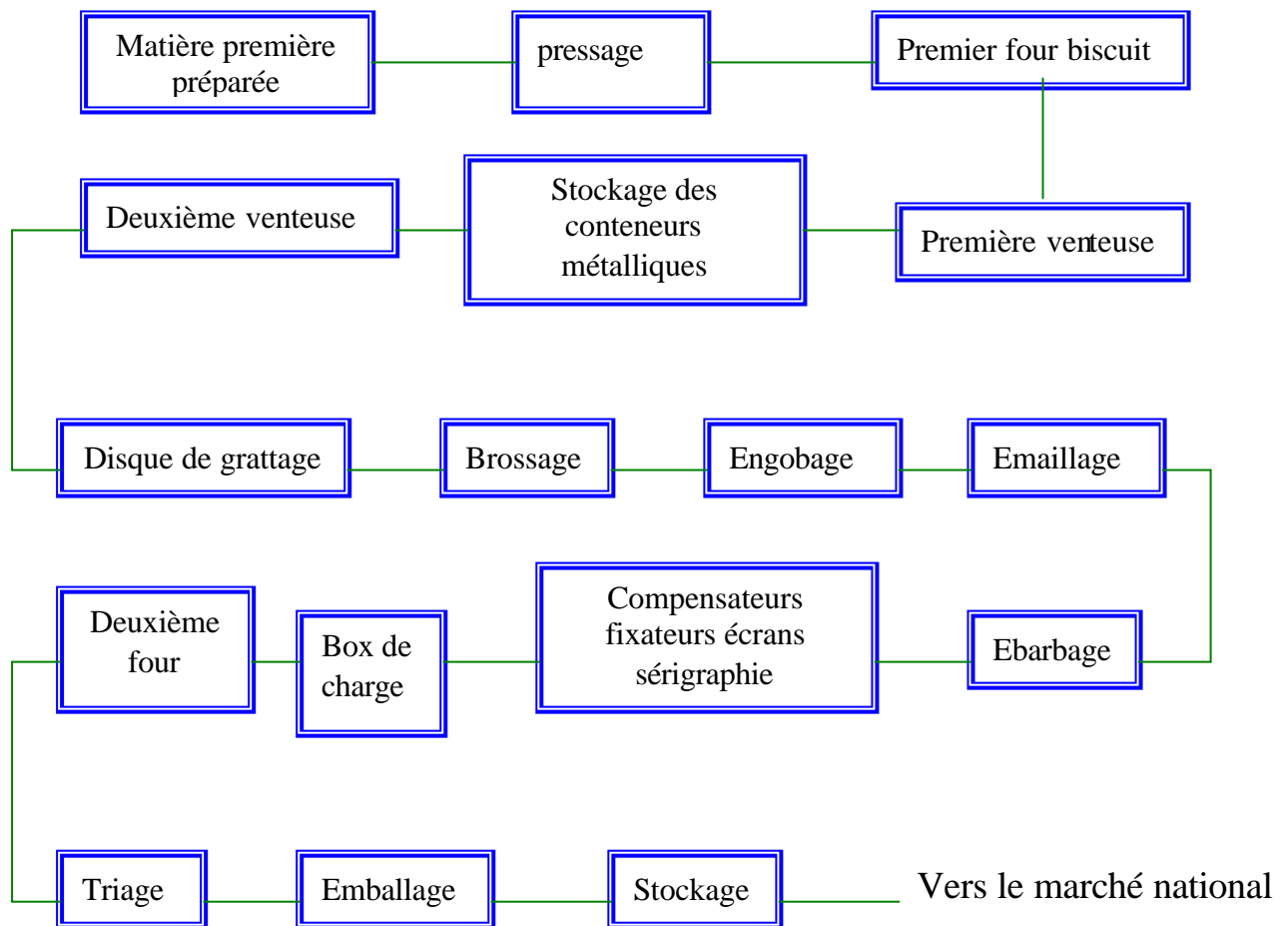
Il produit les carreaux mono-cuisson(carreau de mur), il a le même principe que le BCR, la différence réside dans la composition en matières premières, le mode de cuisson, l'existence d'un séchoir juste après la presse, aussi l'emballage s'effectue manuellement.

Il comporte 3 lignes de production qui alimentent deux fours.

Les flammes dans le four mono-cuisson sont du bas et de haut des carreaux alors que pour le BCR elles sont du bas pour le four de première cuisson (biscuit) et de haut pour le four de deuxième cuisson (émail).

3- Description des étapes de production des carreaux céramiques :

3-1- Etapes de production de BCR :



? pressage :

Les silos remplis de l'argile préparée à la carrière Benjellik alimente les presses SACMI PH 980 ITALIA à l'aide d'une tapie roulante de 50 cm en largeur.

Le pressage d'argile préparée se fait généralement suivant deux pressions différentes (minimale et maximale) et le plus souvent pour limiter le défaut de feuilletage, on applique la pression par étapes successives :

- La première pression donne une agglomération incomplète, elle permet d'éliminer les bulles d'air dans le carreau céramique.

La deuxième pression donne l'agglomération et la compacité finale

- Les carreaux résultants de deux pressions ont certaines caractéristiques qui doivent être contrôlées :

- ✍ Epaisseur
- ✍ Compacité
- ✍ Poids du carreau
- ✍ Les non présence des défauts apparents.

? Premier four biscuit:

Les carreaux produits du pressage continuent leur chemin sur des rouleaux cylindriques vers le premier four biscuit où se passe la première cuisson.

Cette opération est primordiale dans la production pour un très grand nombre d'industrie de céramique, elle se constitue de 4 étapes (voir partie 3-3/) :

- séchage.
- préchauffage.
- cuisson.
- refroidissement (rapide, lent et final).

? **Stockage des conteneurs métalliques :**

Dans cette étape la venteuse, une machine « robot », s'occupe de stocker les biscuits qui sortent du four dans des conteneurs métalliques, ces derniers sont transportés vers la 2^{ème} venteuse.

? **Décharge des conteneurs :**

Une 2^{ème} venteuse assure la décharge des conteneurs métalliques pour alimenter la ligne par le biscuit avec une cadence bien déterminée par l'opérateur.

? **Grattage:**

C'est la première opération par laquelle passe le biscuit dans la ligne de production. Il consiste à éliminer les bavures des carreaux par 4 disques :

- 2 disques pour le grattage transversal.
- 2 disques pour le grattage longitudinal.

chaque disque est monté sur un moteur électrique.

? **Brossage :**

Est le nettoyage de surface des carreaux.

? **Engobage:**

L'engobe est une couche de peinture qui s'applique avant l'émail, son rôle est de remplir les pores de la matière en donnant à la surface une planéité régulière, aussi il favorise la dominance de la couleur des émaux.

? Emaillage :

Il sert à :

- ✍ Remédier à la porosité des carreaux.
- ✍ Donner à la pièce un bel aspect.
- ✍ Rendre la surface blanche pour que les décors soient clairs.

? Ebarbage :

Il élimine l'émail et l'engobe de cotés du biscuit grâce à 2 brosses cylindriques montées sur deux petits moteurs électriques.

? Décoration :

Où l'ensemble des opérations : fixation, compensation et écrans sérigraphies.

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| 1- Fixateur1 | } | 1 |
| 2- Compensateur1 | | |
| 3- Ecran sérigraphie 1. | | |
| 4- Fixateur2. | } | 2 |
| 5- Compensateur2. | | |
| 6- Ecran sérigraphie2. | } | 3 |
| 7- Fixateur3. | | |
| 8- Compensateur 3. | | |
| 9- Ecran sérigraphie 3. | } | 4 |
| 10- Fixateur4. | | |
| 12- Compensateur 4. | } | 5 |
| 13- Ecran sérigraphie 4. | | |
| 14- Fixateur5. | | |
| 15- Compensateur5. | } | 5 |
| 16- Ecran sérigraphie. | | |

✍ **Fixateur :**

Où il y'a un mélange (eau, colle) qui se pulvérise sur la surface des carreaux pour fixer l'émail (ou la patte sérigraphie).

✍ **Compensateur :**

Le rôle principal du compensateur est d'améliorer la capacité de production, en agissant comme accumulateur de carreaux ou comme unité régularisant le flux des carreaux en fonction de sa position dans la ligne.

✍ **La machine sérigraphie :**

Equipée d'un système Moto-réducteur commandé par une carte électronique qui reçoit l'information de l'arrivée d'un carreau par une cellule photo-électrique, celle-ci provoque la marche du moteur dont le mouvement circulaire est transformé par un système bielle-manivelle en un mouvement de translation alternative de la tige qui étale la patte sérigraphie sur la toile de l'écran.

? **Box de charge :**

C'est un bâtis métallique constitué de 50 étages, chaque étage contient de 15 rouleaux, ces derniers s'actionnent en rotation par deux bras liés au barberie qui reçoit les carreaux provenant de la ligne pour les stocker dans le box de charge.

Les box remplis sont déplacés sur des rails par des vérins pneumatiques pour arriver à la 2^{ème} barberie qui s'occupe de les décharger afin d'alimenter le four (émail).

Remarque :

Les carreaux se déplacent dans la ligne par un système poulie-courroie, la vitesse de déplacement est donnée par des moto-varianteurs ou des moto-réducteurs.

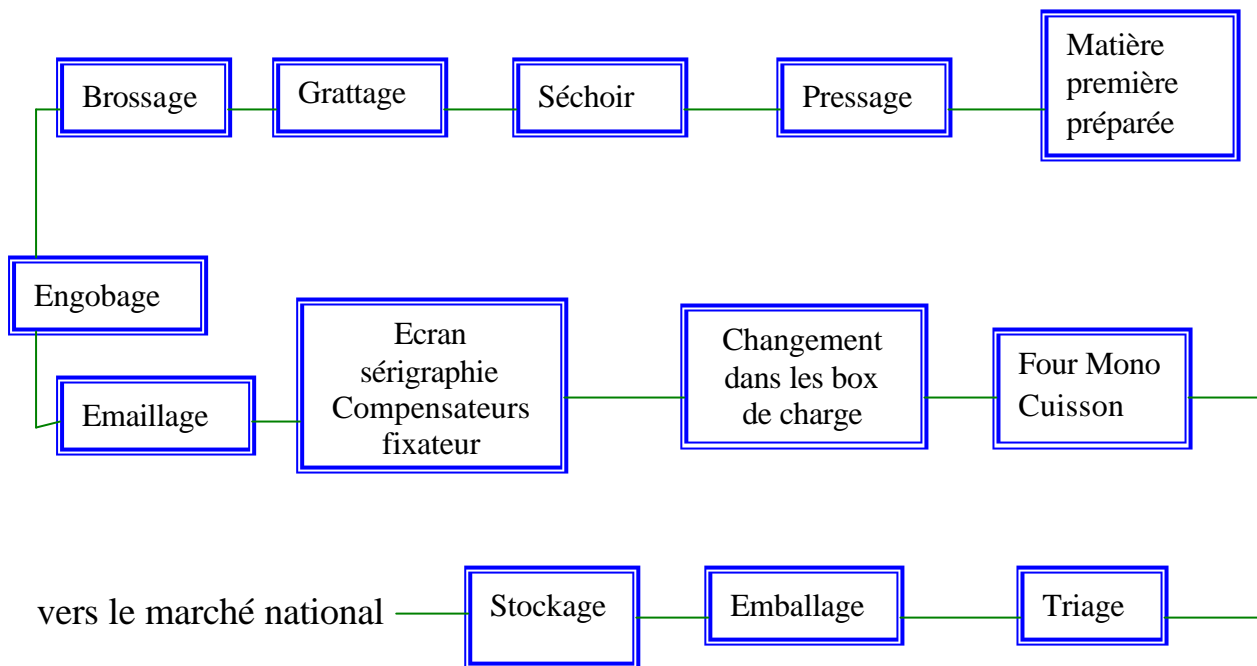
? **Le deuxième four (émail) :**

Dans ce four, les carreaux passent par les mêmes étapes que le premier sauf que les flammes dans ce cas sont du haut.

? **Triage :**

Avant l'emballage, on doit distinguer entre le choix commercial et celui économique. C'est ce que fait l'automate programmable grâce au tracé de la craie sur les carreaux.

3-2- Etapes de production du Mono-cuisson



La production des carreaux MC suit les mêmes étapes que le BCR, ils se différencient seulement par quelques opérations :

? Séchoir :

Après que l'argile soit pressée par la presse, les carreaux continuent leur chemin vers le séchoir afin de diminuer le pourcentage d'eau et d'humidité combinés dans la matière jusqu'à 1%.

A l'intérieur du séchoir les carreaux se déplacent en contactant l'air chaud cédé par la tôle des deux chambres du séchoir du haut et du bas, l'air chaud qui est pris de la première zone du four à l'aide d'un moteur de recyclage circule le long du séchoir à l'aide d'un autre moteur.

? Four Mono-Cuisson :

Même principe que le four bicuisson, les flammes sont du bas et du haut pour agir en même temps sur l'émail (surface) et à l'intérieur de carreaux.

Remarque :

- ✍ Le département mono-cuisson n'utilise pas les ventouses à cause de la taille, le poids des carreaux et aussi l'existence d'un seul four.
- ✍ L'emballage se fait manuellement.

3-3/ description du four :

3-3-1/ différentes zones du four :

Le four est l'étape la plus importante pour l'industrie de céramique car elle demande une très grande précaution au point de vue du réglage thermique, le réglage du gaz, de la pression et du temps de cuisson, ce qui détermine la qualité du carreau céramique.

Ce genre de fours est généralement composé de :

- ✍ Zone de préfour.
- ✍ Zone de préchauffage.
- ✍ Zone de cuisson.
- ✍ Zone de refroidissement.

Chacune de ces zones du four est équipée par des moteurs et des appareils spéciaux.

✍ Zone de préfour:

En tenant compte du sens de marche des carreaux dans le four, on remarque une première section appelée **préfour**. L'isolation thermique est en plaques réfractaires conçues pour supporter des températures entre 200 et 400 °C

Cette section, où il n'y a pas de brûleur, est chauffée par les fumées produites par la combustion rappelée en contre courant par les sections de préchauffage-cuisson à l'aide du ventilateur de la cheminée d'évacuation.

La fonction primaire du préfour est le séchage complet du matériel cru éliminant de celui-ci l'humidité accumulée pendant l'émaillage et le stockage empêchant ainsi des cassures et des explosions du matériel à cuire conséquentes d'une évaporation d'eau trop brutale lors du préchauffage à hautes températures. Les phases d'aspiration sont réglables et sont situées sur et sous le plan de rouleaux au début et à l'afin du préfour.

✍ Zone de préchauffage :

Dans cette section du four, l'isolation thermique est étudiée et réalisée avec des matériaux appropriés pour résister à des températures de 800 à 900°C Il est possible d'intervenir pour résoudre des problèmes caractéristiques de la cuisson : l'élimination complète de l'eau de constitution, la transformation du quartz, la combustion des substances organiques et la décomposition des carbonates.

La bonne réussite de la cuisson dépend de la totale ou partielle évacuation des gaz émis par les réactions chimico-physiques, raison pour laquelle l'installation de

combustion est étudiée et dimensionnée avec des brûleurs sous le plan des rouleaux et des caissons de soufflage sur le plan des rouleaux.

La longueur de cette zone qui est située dans le préfour est de 17,6m.

Zone de cuisson :

La section de cuisson est construite avec des matériaux en réfractaire et des fibres céramiques spécifiques appropriées aux hautes températures jusqu'à 1150 °C. Cette zone est équipée de plusieurs brûleurs dont l'emplacement est bien étudié, ces brûleurs sont repartis en 6 blocs de gaz indépendants, chaque bloc de longueur 2,20m est équipé par un servomoteur qui augmente ou diminue le débit de gaz selon la température désirée, ces servomoteurs sont commandés par des autorégulateurs ainsi ces brûleurs sont liés à un branchement d'air de combustion. Cet air est pris de l'intérieur du four et de l'extérieur (air ambiant) à l'aide d'un moteur aspirateur.

Zone de refroidissement :

Le refroidissement est divisé en 3 parties :

a) Refroidissement rapide :

De la pointe maximale de cuisson jusqu'à 600 °C, il y'a une isolation égale à celle de la cuisson. Dans cette section du four, le refroidissement est réalisé à l'aide du soufflage d'air à température ambiante directement sur et sous le matériel de production transversalement au sens de marche du matériel par l'intermédiaire de tuyaux percés en acier traversant la section du four.

b) Refroidissement lent « statique » :

Le refroidissement lent se fait par aspiration d'air chaud vers l'extérieur. Cette section du four utilise une isolation en fibre céramique d'une épaisseur adéquate afin de réaliser un gradient suffisamment bas de baisse de la température tel que le procédé de transformation du quartz sans provoquer de cassure au matériel en se référant à des diagrammes de température.

c) Refroidissement final :

La dernière section du four, au-dessous de la température des 500 à 450°C, est réalisée avec une isolation légère en fibre céramique conçue pour cette température. Cette partie est destinée au refroidissement du matériel de production pour que celui-ci soit amené à la sortie du four à une température suffisamment basse permettant sa manipulation.

Le système est réalisé à l'aide d'un soufflage d'air ambiante directement sur et sous le matériel au moyen de tuyaux percés et de ventilateurs. Un système d'évacuation de l'air chaud est prévu par biais de hottes placées sur la voûte et raccordées à un ventilateur.

3-3-2/ Brûleurs :

Le brûleur utilisé par la Poppi SPA pour les fours à rouleaux est de type à haute vitesse.

L'ensemble air-gaz forme un mélange qui, amorcé par une décharge électrique, brûle à l'intérieur du tube de flamme. La combustion peut s'effectuer avec un rapport gaz/air stœchiométrique en réduction ou oxydant.

Les brûleurs sont géométriquement distribués sur les côtés du four de façon à créer à l'intérieur du four même des turbulences qui améliorent la transmission de la chaleur par convection. De cette façon on obtient une uniformité de la température dans toute la section du four ; simultanément on réalise une importante économie d'énergie.

Les brûleurs ne nécessitent aucun entretien particulier. Toutefois voici comment résoudre certains inconvénients de fonctionnement.

Si à l'enclenchement, le brûleur ne s'allume pas :

- Vérifier visuellement si lors de la décharge électrique il y a effectivement décharge électrique ;
- Vérifier si l'électrovanne gaz est excitée ;
- Vérifier la présence de gaz ;

3-3-3/ Ventilateurs :

Les ventilateurs centrifuge se distinguent en ventilateurs de :

- ✍ Basse pression, jusqu'à 200 mm.
- ✍ Moyenne pression, jusqu'à 200 à 800 mm.
- ✍ Haute pression, jusqu'à 800 à 1500 mm.

fonctionnement : la dépression créée au centre de la rotation de l'hélice provoque un flux d'air qui entre dans le ventilateur en direction axiale et qui sort en direction radiale, un diffuseur de type à colimaçon sert de collecteur du flux d'air qui sort de l'hélice et en outre augmente la pression statique du ventilateur.

Les pales des hélices sont du type : à pales courbe renversées, à pales avec un profil alaire, à pales plates renversées, à pales avec entrée et sortie radiale, hélice avec entrée courbe et sortie radiale, hélice avec pales courbes en avant, avec hélice ouverte. Les hélices avec pales en avant sont les plus utilisées car la fonction fondamentale du ventilateur est de générer de grands débits d'air.

L'entretien des ventilateurs consiste principalement dans le maintien d'une lubrification adéquate à tous les roulements, ces derniers devront être périodiquement lubrifiés et ne devront pas fonctionner avec une quantité excessive de lubrifiant car cela pourrait provoquer une surchauffe.

3-3-4/ Rouleaux :

Les rouleaux insérés sur le four peuvent être de différents matériaux selon les températures et les problèmes relatifs à la cuisson.

Ci-après nous reportons les types généralement installés, les températures limites d'emploi et les sections dans lesquelles normalement ils sont utilisés.

a) rouleaux en acier Carbone :

Sans soudure (type Manesmann) avec température limite de 400°C avec possibilité d'utilisation dans le préfour et dans la dernière section de refroidissement final.

b) Rouleaux en acier AISI310S :

Employés dans les sections où la température limite est de 1080°C avec un intervalle critique entre 480°C et 820°C et des chargements peut élevés.

c) Rouleaux INCONEL 60L :

Cet alliage a d'excellentes propriétés à haute température et a démontré qu'il possède une remarquable résistance à l'oxydation et à l'écaillage à température jusqu'à 1150 °C, la haute teneur en chrome lui confère des résistances aux milieux ambiants oxydants, cémentant et contenant du soufre.

La résistance à l'oxydation est ultérieurement accrue par la teneur en aluminium et en nickel.

d) Rouleaux céramiques :

Utilisés pour des températures d'exercice supérieures à 1180°C jusqu'à 1290°C mais en général également dans toutes les autres sections du four et spécialement dans les sections de refroidissement où, à cause du coefficient de dilatation thermique, ils provoquent un alignement irrégulier du matériel inférieur néanmoins à celui provoqué par les rouleaux métalliques.

Il est important lors du remplacement d'un rouleau d'utiliser un rouleau de la même qualité ou, si cela est possible, de qualité supérieure.

La nécessité d'un nettoyage des rouleaux est signalée par :

- Un désordre anormal des carreaux dans le four et à la sortie ;
- Des traces de fragments de pâte fondue collées à la marque du carreau ;
- Des traces de frottement des carreaux entre eux et des carreaux externes contre les parois du four ;
- Des défauts irréguliers de planéité plus ou moins marqués ;

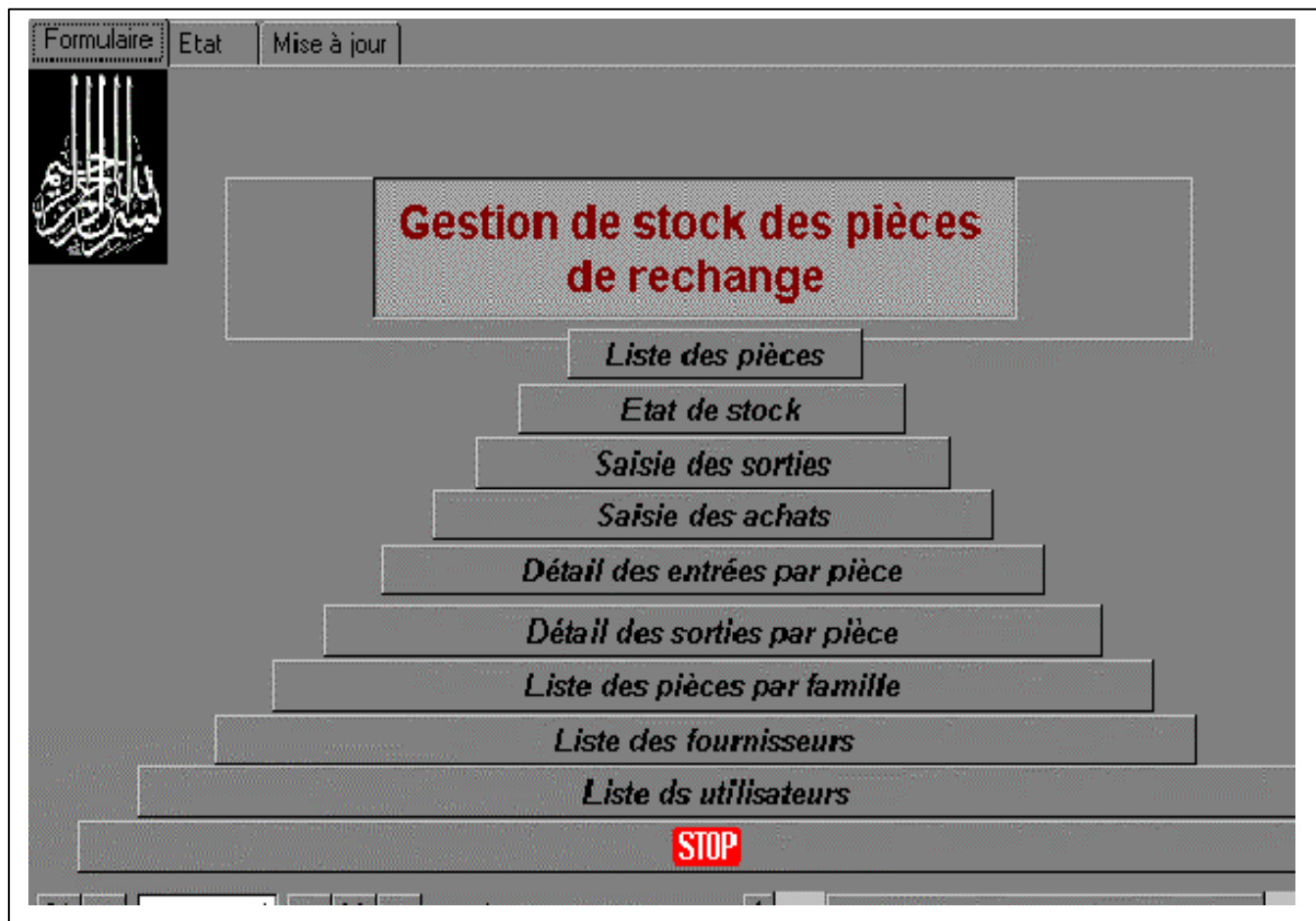
4- Travail effectué :

Pendant cette durée de stage, on nous a confié un magasin de pièce de rechange pour l'organiser et noter les pièces existantes dans des registres réservés à ce fait, en se référant à leurs codes, leurs désignations, leurs fournisseurs et leurs coordonnées (ligne et colonne) qui précisent leurs positions dans le magasin.

Après, on nous a demandé de créer un programme permettant de gérer le stock de manière qu'il indique tous les renseignements possibles sur une certaine pièce (code, désignation, emplacement et fournisseur) et bien d'autres tâches importantes que le magasinier à besoin d'effectuer quotidiennement.

Afin d'accomplir la mission qui nous est accordée, on s'est basé sur un programme que la société possédait déjà, et on l'a modifié pour qu'il réponde à son besoin.

Ce programme construit à l'aide de l' « Access », comprend un menu principal qui permet d'accéder à des champs différents selon la volonté du manipulateur (voir figure page suivante).



Comme vous pouvez le remarquer, ce programme offre à l'utilisateur plusieurs choix ; on cite par exemple :

[La liste des pièces :](#)

C'est une fenêtre qui permet à l'utilisateur de connaître tous les renseignements sur une pièce ; code, désignation, quantité, emplacement, famille. Si on veut chercher une pièce on tape son code ou bien sa désignation puis on effectue la recherche, comme on peut chercher toutes les pièces qui appartiennent à une famille donnée.

[La saisie des sorties :](#)

Grâce à ce mode de fonctionnement, toute pièce sortante du magasin est automatiquement signalée et enregistrée dans la mémoire, tout en notant son code, sa famille (nom du fournisseur), la date de sortie et le nom du récepteur de cette pièce.

[La liste des fournisseurs :](#)

Elle contient le nom de tous les fournisseurs associés à la société, menu de leur adresses, leurs numéros de téléphone et leurs faxe.

Conclusion

Etant mon premier contact sérieux avec l'industrie, ce stage m'a été de grand profil, il m'a permis d'approcher la réalité industrielle de notre pays à travers la société COCEMA de par les structures, les démarches et surtout l'esprit de pensée, de regarder de près le processus de la production des carreaux céramiques et de comprendre le fonctionnement des machines utilisées (presse, venteuse, séchoir, four...).

Ce stage a été largement bénéfique pour moi et pour toute l'équipe qui m'a accompagné durant cette période. Il m'a permis de :

- connaître plusieurs pièces mécaniques et autant de cartes électroniques, leurs rôles et leurs destinations.
- profiter de cette occasion pour savoir plus sur les logiciels « Access » et « Excel » que j'ai utilisé dans ce travail, ce qui m'a aidé à développer mon esprit de la recherche et de la créativité.