



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

TRAITEMENT DE SURFACE; REVETEMENT METALLIQUE PAR ELECTROLYSE

Présenté par :

◆ NYAOMA PETER SIMEON

Encadré par :

- ◆ Mr. Khammar CHNOUNI (Société)
- ◆ Pr. Ahmed ELGHAZOUALI (FST)

Soutenu Le 13 Juin 2013 devant le jury composé de:

- Pr. Hammou SOUHA
- Pr. Ahmed BOULAHNA
- Pr. Ahmed ELGHAZOUALI
- Mr. Khammar CHNOUNI

Stage effectué à la Société Des Artisans Dinandiers de Fès (SADF)

Année Universitaire 2012 / 2013

Table des matières

AVANT PROPOS	3
INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE 1: PRESENTATIONS	5
1. ENTREPRISE ET SON CONTEXTE.....	5
1.1. Localisation et coordonnées.....	5
1.2. Historique	5
1.3. Produits.....	5
1.4. Production	5
1.5. Titre d'honneur	6
1.6. Clients	6
1.7. Structure	6
CHAPITRE2 : PROCEDE DE FABRICATION	7
1. PROCEDE DE FABRICATION	7
2. CHAINE DE PRODUCTION :.....	7
2.1. Découpage :.....	7
2.2. Gravure.....	7
2.3. Repoussage.....	8
2.4. Fondage.....	8
2.5. Soudure.....	8
2.6. Décapage.....	8
2.7. Polissage.....	8
2.8. Contrôle de qualité.....	8
2.9. Ravivage	8
2.10. Traitement de surface.....	9
2.11. Emballage.....	9
CHAPITRE3 : PROBLEMATIQUE.....	10
1. L'ELECTROLYSE	10

1.1.	<i>Def :</i>	10
1.2.	<i>Principe</i>	10
1.3.	<i>Equipement du bain d'électrolyse</i>	11
2.	TYPE D'ELECTROLYSE UTILISEE A LA SOCIETE SADP ET PARTIE PRATIQUE	11
2.1.	<i>Dégraissage</i>	11
2.2.	<i>Bains de rinçage</i>	12
2.3.	<i>Bain de cuivrage</i>	12
2.4.	<i>Bain de cuivre acide</i>	14
2.5.	<i>Nickelage</i>	14
2.6.	<i>Pré-argentage</i>	16
2.7.	<i>Argentage</i>	16
2.8.	<i>Séchage</i>	17
3.3.	INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS.....	17
CHAPITRE 4 : CONTROLE DES BAINS ET DES DEPOTS.....		18
1.	LES ANALYSE DES BAINS.....	18
1.1.	<i>Echantillonnage</i>	18
1.2	<i>Méthode physico-chimique</i>	18
2.	CONTROLE DES BAINS	18
3.	PURIFICATIONS DES BAINS.....	19
4.	CONTROLE DE LA QUALITE DE DEPOT.....	19
4.1.	<i>Les critères de la qualité</i>	20
4.2.	<i>Défaut et action corrective</i>	20
EVALUATION DES OBJECTIFS.....		20
CONCLUSION.....		21
BIBLIOGRAPHIE		21
LES FICHES TECHNIQUES REDIGER PAR :		21
RESSOURCES INTERNET :		22

Avant propos

Ce travail résulte de la contribution de nombreuses personnes, que ce soit d'un point professionnel en m'apportant des connaissances et savoir faire, ou personnel en faisant de moi ce que je suis aujourd'hui. C'est pourquoi je voudrais, dans cet avant-propos dire

quelque mots à ces personnes. Cette partie a pour le but de leur exprimer toute ma reconnaissance.

Tout d'abord je tiens à féliciter la direction de la **Société Des Artisans Dinandiers De Fès (Sadf)** pour le rôle qu'il joue dans L'intégration des stagiaires au sein de la société. Mes remerciements vont à Mr. **Abderaffafie Tahiri, Directeur De La Société** très particulièrement pour son accueil chaleureux, sa confiance et son aide précieuse apportée au cours de ce stage.

Je tiens à remercier Mr **Khammar Chnoui, Mon Maitre Et Tuteur De Stage** à qui depuis ma première journée à la société j'ai toujours trouvé un accueil bienveillant auprès de lui. C'est lui qui m'a confié ce travail et m'a guidé tout au cours de ce stage. Aussi, il m'aide m'intégrer rapidement au sein de la société.

J'aimerais témoigner toute ma connaissance à l'Equipe pédagogique de la licence Science et technique de **Génie Chimique de la F.S.T.F** pour avoir assuré la partie théorique de ma formation. J'aimerais remercier particulièrement Mr. **Ahmed ELGHAZOUALI**, d'avoir accepté de m'encadrer durant la période de ce stage et de m'avoir guide tout au long du déroulement de ce stage. Ses conseils qu'il m'a apporté lors des différents suivis ajoutant son talent de l'encadrant, connaissances et expérience et son rigueur scientifique m'a beaucoup aidé.

J'ai aussi le plaisir de remercier toutes **Les Membres de jury ; Pr. Hammou SOUHA et Pr. Ahmed BOULAHNA**

Enfin, même je tiens à remercier **mes parents** pour leur support moral indéfectible, pour l'amour dont ils m'ont toujours entouré et pour l'éducation qu'ils m'ont offerte. **Mes amis et collègues** qui n'ont pas cessé de m'encourager et me soutenir lors de mes études et la réalisation de ce travail.

Introduction

Dans le cadre de ma formation en Licence en Génie Chimique au sein de la **Faculté Des Sciences Et Techniques De Fès**, j'ai réalisé mon projet de fin d'Etudes à Fès au sein de la **Société des Artisans Dinandiers de Fès** depuis le 15 Avril jusqu'au 30 Mai 2013.

L'intérêt que je porte à la chimie m'a permis d'appréhender un nouveaux marché, celui de l'industrie des métaux, au sein de l'entreprise d'accueil où j'ai contribué à rendre les processus de traitement de surface plus effective. En outre, le recours à la chimométrie, par la mise œuvre de ses quelques outils que j'ai proposés pourrait améliorer la productivité en ces produit artisanaux.

Ce rapport présentera l'environnement de ce stage, ses objectifs scientifique ET techniques, méthodes opérationnels et économique sans oublier bien sûr la contribution apportée à la société afin de rendre les procès de traitements de surfaces plus efficace ainsi que les exigences nationales en matière du contrôle de qualité des produit artisanaux.

Après sa création en 1982 la **société d'artisans et dinandier** de Fès, s'est confrontée aux nombreuses difficultés qui ont fortement entaché ses objectifs de relance de rentabilité et d'affirmations sur ses marches. Ces difficultés étaient étroitement liées à la performance de processus de production. Vu sous cet angle ma réflexion a été orientée dans le cadre de ce stage vers cet étude intitulée : **Traitement de surface ; Revêtement métallique par Electrolyse**. Il s'agit d'un processus capital pour la **Société d'Artisan Dinandiers De Fès** qui conduit de nombreux projets dans le domaine de

l'artisanat. Ceci a pour le but d'offrir les clients des produits disposant d'une très grande qualité.

C'est une marche porteuse et financièrement valorisante

chapitre 1: Présentations

1. Entreprise et son contexte

La Société d'Artisans Et Dinandiers De Fès est spécialisée dans la fabrication des produits artisanaux et le traitement de leur surface. Elle essaye de trouver des solutions efficaces technologique et économique. Cette société occupe une place très importante dans ce domaine. Elle a acquis une renommée nationale et internationale grâce à sa qualité et diversité.

1.1. Localisation et coordonnées

La société des artisans et dinandiers de Fès (SADF) est située dans la ville de Fès. Ses coordonnées sont les suivantes

Adresse : 47, Lot Industriel Ben souda Fès Maroc

1.2. Historique

La création de SADF remonte en 1982, en effet, un groupe de maître artisans avait mis en place une unité de production renfermant tout le processus de fabrication. Cela leur permettrait de préserver le produit artisanal, de le développer et de lui donner l'aspect qui réunit à la fois la beauté, le goût et la qualité sans oublier la prise en considération du coût pour qu'il soit abordable par la plupart des clients. Par ailleurs, depuis sa mise en place la SADF n'a pas cessé de déployer ses efforts pour apposer son empreinte sur les articles en métal lumineux, tables tabourets miroirs ou autres types.

Aujourd'hui la société SADF continue dans la voie qu'elle s'est tracée à savoir la voie de la recherche et de l'innovation continue avec comme une mission de développement de l'artisanat marocain en terme de qualité et d'image de marque

1.3. Produits

La stratégie adoptée par la société SADF consiste à offrir une large gamme de produits pour satisfaire tous les goûts en évitant toute standardisation excessive. En effet, tout article produit par SADF est un chef d'œuvre unique dédié aux clients parce que tout client est considéré comme unique pour la société.

1.4. Production

Ayant acquis une très bonne image de marque et une notoriété, sadf a vu qu'il est temps d'élargir sa gamme de produits en offrant des produits en bois mariés au laiton.

1.5. Titre d'honneur

SADF a réussi, grâce à sa clairvoyance de gagner la confiance des clients et d'imposer sa marque. En effet, elle occupe une place très important parmi les meilleurs sociétés susceptibles de représenté et d'honorer les produit artisanaux marocains. Elle a participé remarquablement à plusieurs manifestations et foires. Cette participation a été couronnée par plusieurs titres d'honneur.

1.6. Clients

Les clients de la société SADF sont aussi bien des Marocains que des étrangers.

- Clients nationaux : Etablissement étatique, Palais Royaux
- Clients internationaux : Emirat Arabie(Dubaï), Arabie Saudite,

1.7. Structure

L'organigramme de la société SADF est représenté par la fig1, son personnel est de 166 personnes.

Avec 16%de femme et 84% hommes.

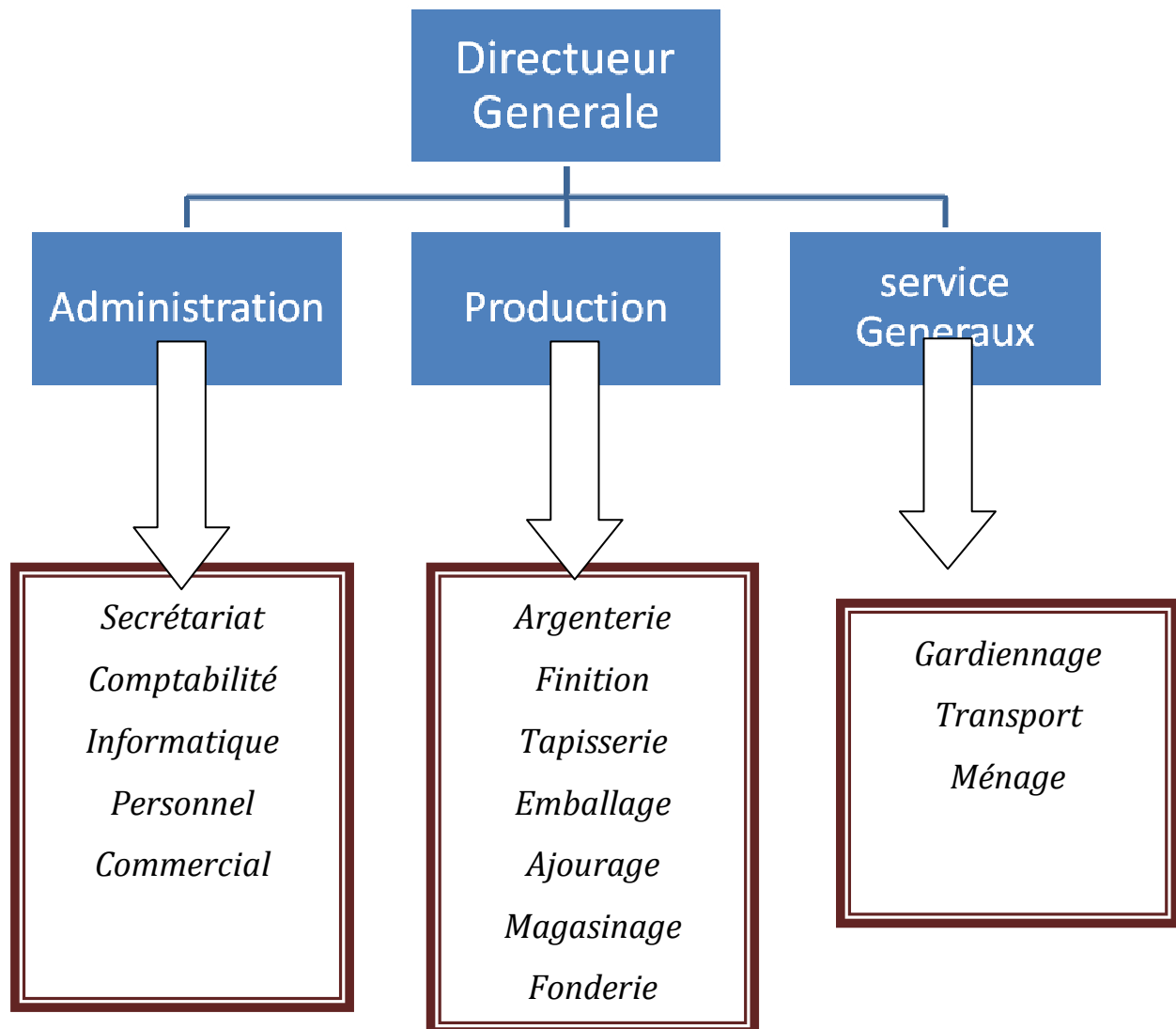


FIG 2. ORGANIGRAMME

CHAPITRE 2 : Procède de Fabrication

1. Procède de Fabrication

A l'instar de toute industrie, le procédé de fabrication dépend de deux éléments à savoir :

❖ La matière première et de la chaîne de production. SADF utilise le Laiton comme leur matière Première. Laiton en effet c'est un alliage de cuivre 60-70% et le Zinc 40-30%. Aussi il peut contenir d'autre éléments métallique comme l'AL, Pb, et Nickel qui sont ajoutés afin d'améliorer la qualité. Laiton dans le langage courant c'est de bronze. On choisi le laiton grâce aux propriétés suivantes.

- ✓ Très bonne résistance a la corrosion
- ✓ Un alliage relativement malléable, peut être travaillé à chaud aussi bien qu'à froid
- ✓ Résistance à la corrosion et ductibilité donne une bonne surface à travailler.

2. Chaîne de production :

2.1. Découpage :

Les différents types de prototype sont tracés sur les plaques de laiton, en tenant compte de leurs caractéristiques .Ensuite ces plaques sont découpées soit manuellement ou électriquement.



Fig 3.

2.2. Gravure

S'effectue avec un appareil appelé le « Burin », il s'agit d'une tige d'acier trempée affûtée et fixée dans un manche qui découpe nettement le métal et l'enlève sous fabriqué de copeaux.

Il est important de remarquer que ce procédé se repose sur l'habilité des maîtres artisans qui exécutent des motifs décoratifs.

- *Dessins traditionnels :*
- *Dessins Modernes :*
- *Dessins voulus par les clients*

2.3. Repoussage

Le procédé de mise en forme des pièces produites à partir de d'un disque de tôle. Ceci a pour le but de fabriquer les articles des formes géométriques voulus et désirés.

On distingue deux types :

- *Manuel*
- *Automatique (électrique)*

2.4. Fondage

Les chutes du laiton provenant des différentes étapes précédemment sont conduites aux fonderies.

Cette fabrication se déroule en trois étapes

- a) *Fabrication d'une moule appropriée et c'est à partir d'un sable particulier*
- b) *Fondage des chutes du laiton avec quelque gramme d'aluminium*
- c) *Moulage qui consiste à couler l'alliage fondu dans les moules ayant forme pour fabriquer les pièces de formes souhaitées après refroidissement.*

Nb : les pièces provenant de la fonderie ont des irrégularités qui nécessitent des corrections pour donner les formes et les décorations désirés.

2.5. Soudure

Elle consiste à assembler les différentes pièces d'un article. Cette fixation est réalisée par des soudures en étain.

2.6. Décapage

C'est l'élimination mécanique ou chimique de toutes les traces d'impuretés ainsi que les couches d'oxydes formées à la surface des objets. Cette attaque est faite par deux moyens

- ✓ *Electrochimique : pour oxyder la surface d'une pièce, placée en anode dans un électrolyse en présence H_2SO_4*
- ✓ *Chimique : surface attaquée par les acides fortes et concentrés*

2.7. Polissage

Sert à rendre lisse et brillant les articles par des différents matériaux tournant à grande vitesse avec une pâte à polir.

2.8. Contrôle de qualité

Une série de contrôle est effectuée afin d'avoir une qualité désirée des articles avant de les remettre à l'étalement de traitement des surfaces.

2.9. Ravivage

C'est un polissage secondaire qui donne un éclat de l'article et rend sa surface plus vive et par utilisation d'une pâte rouge et des machines équipées de papier abrasif

2.10. Traitement de surface

Le procédé de traitement de surface utilisé par la SADF. C'est basé sur le principe de l'électrolyse, il consiste à déposer une couche d'un métal sur un article artisanal et de lui conférer un aspect visuel agréable tout en augmentant sa résistance à la corrosion et l'usure.



Fig 4. Bain d'argentage



Fig 5. Bains de rinçage

Les pièces fabriquées par la SADF passent dans plusieurs bains

- ❖ *Bain de dégraissage*
- ❖ *Bain de cuivrage alcalin*
- ❖ *Bain de nickelage*
- ❖ *Bain de cuivrage acide*
- ❖ *Bain de pré argentage*
- ❖ *Bain d'argentage*
- ❖ *Bain d'orage*
- ❖ *Bains des rinçages*

2.11. Emballage

L'emballage se fait en trois étapes ;

1. *Equipe de fabrication des emballages chargée de la fabrication de différents types d'emballage en respectant la forme de l'article.*

- II. Equipe de contrôle de la qualité des articles avant son emballage. Dans le cas d'un défaut, la pièce est retournée au service de production
- III. Equipe d'emballage, chargée d'assurer un emballage adéquat pour chaque pièce. Pour protéger ces articles contre les chocs et poussières lors de la transportation, on utilise l'emballage spécifique exemple ; papier blanc fin, sac en plastique cartons....

CHAPITRE 3 : Problématique

La problématique consiste à revêtir les articles artisanaux fabriqués du laiton en déposant les couches des autres métaux par la voie électrolytique.

1. L'électrolyse

1.1. Définition:

L'électrolyse est une méthode qui permet de réaliser des réactions chimiques grâce à une activation électrique. C'est le processus de conversion de l'énergie électrique en énergie chimique

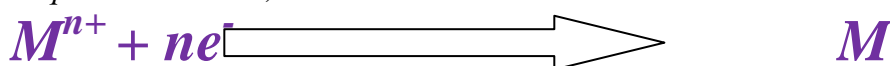
1.2. Principe :

L'électrolyse se réalise dans une cuve contenant un électrolyte dans lequel sont plongées deux électrodes reliées aux bornes d'un générateur de courant continu. L'électrode positive (anode) aussi siège de phénomène d'oxydation et l'électrode négative (cathode) siège de réduction.

L'anode est composée de métal qu'on utilise pour électrolyser les pièces. A ce stade, le métal s'oxyde selon la réaction suivante ;



A la cathode, on attache les pièces à revêtir par électrolyse, les ions de métal en solution se réduisent sur les pièces toute en se transformant en une petite couche sur les pièces selon l'équation suivante ;



Pole positive du générateur est toujours relié à l'anode et celle négative à la cathode. (Voir fig.6)

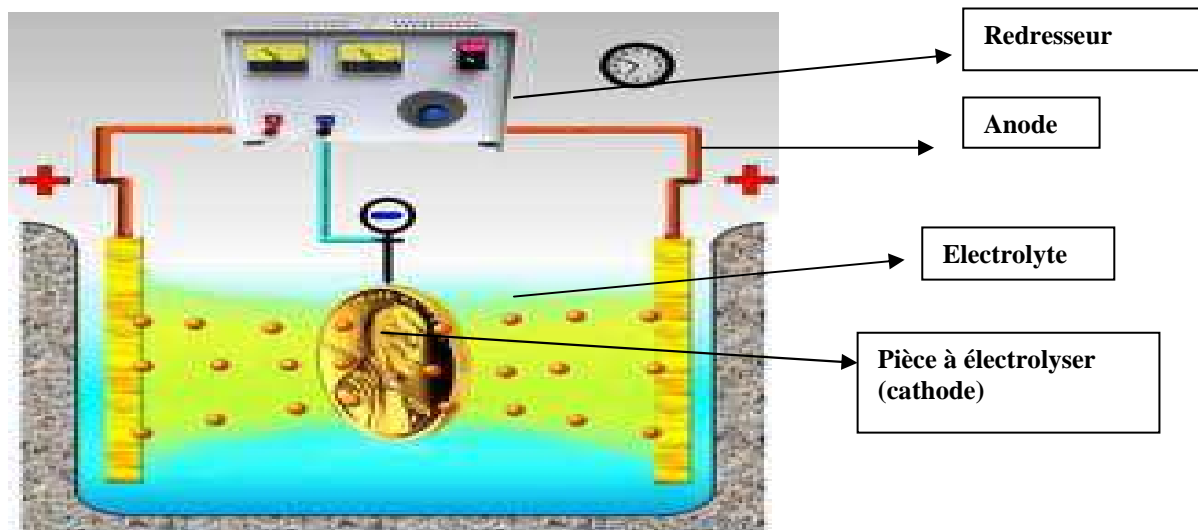


Fig.6 Diagramme Bain d'Electolyse

Cette technique a pour but de protéger la pièce contre les attaques corrosives, améliorer leur aspect extérieur et modifier leur caractéristique superficielle.

1.3. Equipement du bain d'électrolyse

- **Cuves** : sont protégées contre les attaques de certains électrolytes par un revêtement intérieur de caoutchouc, d'ébonite ou polychlorure de vinyle (pvc)
- **Générateur** : constitue la source d'énergie qui sera transformée en énergie chimique .Dans la société Sadf, on utilise le générateur Potentiostat qui permet d'imposer un courant constant
- **Chauffage** : les cuves sont équipées d'un système de chauffage assuré par les thermoplongeurs avec une régulation thermostatique. Pour réduire l'échange d'énergie avec milieu extérieur, on utilise les boules en plastique flottantes sur les surfaces du bain.
- **Agitation** : au cas où on aura besoin, on la fait mécaniquement.
- **Filtration** : une filtration continue sur le charbon actif est indispensable afin d'obtenir une couche de métal propre et lisse déposée sur l'article.

2. Type d'électrolyse utilisée à la société SADF ET PARTIE PRATIQUE

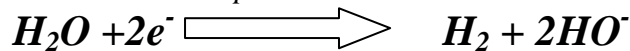
2.1. Dégraissage

Ce bain sert à éliminer les graisses et les huiles présentes sur la surface des pièces. Toutes les pièces sans exception doivent être immergées dans ce bain. Le rôle de ces bains est primordial car il conditionne la qualité de traitement final.

Composition ainsi que les conditions sont cités dans le tableau suivant ;

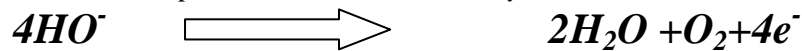
Compositions	conditions
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dex ✓ AB 40 ✓ Eau déminéralisée ✓ Cyanure de sodium et soude (NaOH) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Température ambiante ✓ Le courant de 25 A/dm²

Généralement la pièce à traiter est reliée à la cathode, siège de réduction.



La formation des ions hydroxydes ainsi qu'un important dégagement de gaz hydrogène qui réduit l'oxyde présent sur la pièce. La forte alcalinité qui entoure la pièce exerce une puissante action de saponification et émulsifiante.

A l'anode se produit une réaction d'oxydation.



2.2. Bains de rinçage

Les opérations de rinçages se situent entre chaque opération de bain actif. Les pièces traitées aux bains de dégraissage sont rincées trois fois successifs afin d'assurer leur purification.

But : consiste à éviter d'amener les traces d'ions provenant du bain précédent qui peuvent altérer les contenus de bain suivant.

2.3. Bain de cuivrage

C'est une opération de revêtement de la surface des pièces par du cuivre. Il existe deux procédés de cuivrage. Leur composition et rendement sont différents.

Cuivrage alcalin

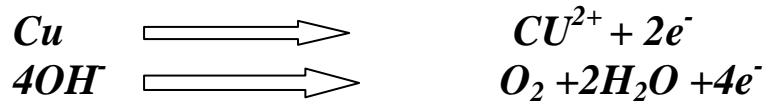
Composition ainsi que les conditions sont cités dans le tableau suivant

Composition de bains	Condition de travail (normalisée)	Valeur pratique utilisée
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cyanure de cuivre ✓ Cyanure de sodium ✓ Ultimal brillanteur ✓ Ultimal base ✓ Soude caustique ✓ Sel n°11 et n°2 	<ul style="list-style-type: none"> • Température-35°C à 40°C • pH =11 • Temps d'immersion(t=2mins) • I=5 à10 A/dm² • Baume est de 13 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'immersion(t=2mins) • I=2 0A

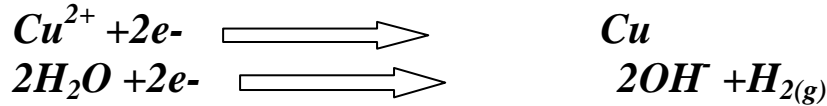
Les pièces à cuivrer sont reliées à la cathode et l'anode est en cuivre pur.

Réactions qui se produisent dans le bain :

A l'anode



A la cathode



3.2.3a. Estimation de la masse de cuivre déposée sur la plaque/article N°1

La masse théorique déposée sur la plaque est calculée par l'application de la formule de Faraday

$$M_{th} = \frac{I \cdot t \cdot M}{N \cdot F}$$

Avec :

I : intensité de courant

t : temps d'immersion

M_{th} : masse théorique

N : nombre d'électrons

F : constante de Faraday

M : masse molaire du métal en solution

Application numérique :
 $2 \cdot 60 \cdot 20 \cdot 63.55 / 96500 \cdot 2 = 0.79\text{g}$

3.2.3b. Masse expérimental

$$M_{Iex} = M_1'' - M_1'$$

Avec

M'' = 84.47g : masse de la plaque N°1 après

M' = 84.06g : masse de la plaque N°1 avant l'électrolyse

App. Numérique :
 $84.47 - 84.06 = 0.41\text{g}$

3.3.3c. Rendement

$$R = \frac{M_{ex} \cdot 100}{M_{th}}$$

App. Numérique :
 $0.41\text{g} / 0.79 \cdot 100 = 52\%$

2.4. Bain de cuivre acide

La composition et conditions de travail sont élaborées dans le tableau

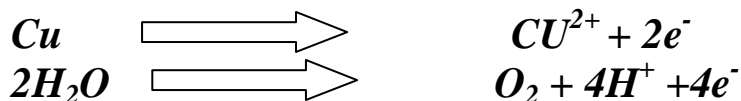
Compositions de bain	conditions	Valeur pratique utilisée
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sulfate de cuivre(CUSO4) ▪ Acide sulfurique (H2SO4) ▪ Anode plaque de cuivre contenant une portion de phosphore ▪ Additives : brillanteurs nivelant coprac acide 	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ I=5A/dm2 ⚡ t=10min ⚡ T=40° à 50° ⚡ pH=4,5 ⚡ Baume=24 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'immersion(t=10mins) • I=5 A

Le dépôt de cuivre en ce milieu est effectué d'une même manier que celle de milieu basique sauf qu'ici, l'anode est constituée d'une grosse plaque de cuivre avec une portion de phosphore. Ce dernier joue un rôle de catalyseur dans les réactions électrolytiques.

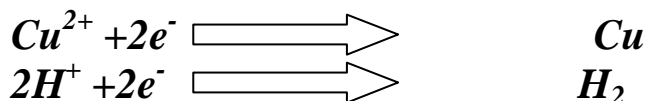
Il est conseille dans tous le cas, ensacher les anodes, agiter mécaniquement les plaques de cathode et filtrer continuellement sur le charbon actif afin d'assurer un dépôt pur et lisse.

Réactions qui se produisent dans le bain :

A l'anode



A la cathode



Estimation de la masse de cuivre déposée sur la plaque/article N°2

C'est réalisé en appliquant une relation de Faraday. Toute relation de faraday appliquée comme en 3.2.3a. On a l'application numérique suivante ;

Application numérique :
 $10 \cdot 60 \cdot 5 \cdot 63.55 / 96500 \cdot 2 = 0.98\text{g}$

Les rendements son faites comme dans 3.2.3b. et 3.2.3c, respectivement.

L'application numérique donne 0.62g et 63% respectivement.

2.5. Nickelage

Pour réaliser en général le dépôt d'argent sur un acier, il faut d'abord cuivrer et nickeler la pièce auparavant. L'argent se dépose facilement sur le nickel, ce dernier donne une bonne adhérence sur le cuivre, il offre une bonne résistance à la corrosion et présentent une bonne tenue à l'oxydation atmosphérique et à la vapeur d'eau.

Les compositions et conditions opératoires sont présentées dans le tableau ci dissous.

Composition du bain	Condition de travail	Valeur pratique utilisée
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Sulfate de nickel ❖ Chlorure de nickel ❖ Acide borique ❖ Additifs : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixateur ▪ Brillanteur ▪ Mouillant ▪ Nivelant ▪ Purificateur 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ $I=20A/dm^2$ ➤ $T=60^{\circ}C$ ➤ $pH=3,8 \text{ à } 4,8$ ➤ $t= 10 \text{ à } 15 \text{ min}$ ➤ $Baume= 25 \text{ à } 30$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'immersion($t=10mins$) • $I=2 A$

Le nickelage est effectuée en fixant les pièces à traiter sur la barre cathodique. L'anode est constituée d'une grosse plaque de nickel pour récompenser les pertes des ions de Ni^{2+} déposés. Une filtration s'effectue en continu de l'électrolyte sur le charbon actif. Lorsque le courant passe, les ions positifs du nickel migrent vers le pôle négatif et se déposent sous une forme de couche de métal dont l'épaisseur dépend du temps d'immersion.

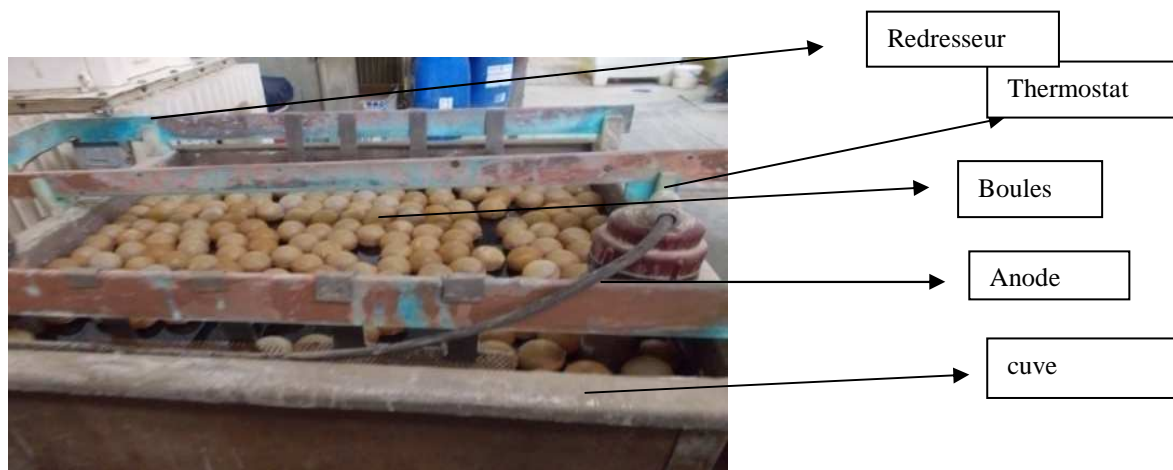
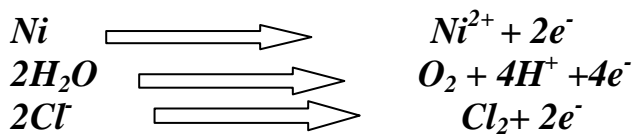


Fig 7: Bain de Nickelage

Réactions qui se produisent dans le bain :

A l'anode



A la cathode



Estimation de la masse de cuivre déposée sur la plaque/article N°1

C'est réalisé en appliquant une relation de Faraday. Comme dans les bains précédents. L'application numérique donne les valeurs suivantes ;

Masse théorique = 0.36g
 Masse expérimentale = 0.23g

2.6. Pré-argentage

C'est une étape qui dure entre 10 à 15 secondes.

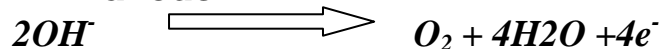
BUT : permet de déposer une faible couche de l'argent pour éviter toute transmission des impuretés au bain d'argentage.

Le tableau ci-dessus montre les conditions et compositions du bain.

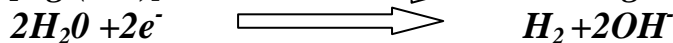
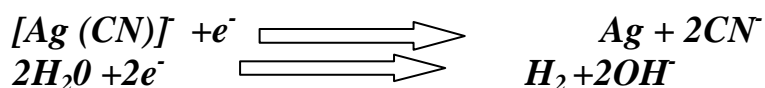
Composition	Condition De Travail	Valeur Pratique Utilisé
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cyanure de sodium ❖ Cyanure d'argent ❖ Anode inox ❖ Eau déminéralise 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Courant forte 200A/dm² ➤ t=15 seconds ➤ filtration sur charbon actif ➤ Baume=14 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'immersion (t=10s) • I=2 A

Réactions qui se produisent dans le bain :

A l'anode



A la cathode



2.7. Argentage

Les dépôts électrolytiques d'argent sont blancs. Il permet d'assurer simultanément une bonne protection contre la corrosion.

Les produits chimiques utilisés et les conditions de travail sont cités dans le tableau ci-dessous.

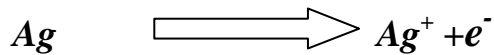
composition	Condition de travail	Valeur pratique utilisée
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cyanure de sodium ❖ Cyanure d'argent ❖ Anode d'argent ❖ Eau déminéralise ❖ Additif : <ul style="list-style-type: none"> • Silverlium brillanteur • Silverlium base 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Courant faible 10A/dm² ➤ t=15 min ➤ T=60°C ➤ filtration sur charbon actif ➤ Baume=25 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'immersion (t=10 mins) • I=2 A

L'argentage effectuée sur les articles en émergents les articles dans un bain d'argentage. Les articles sont reliés sur la plaque cathodique à faible intensité de courant électrique.

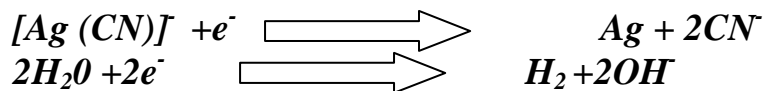
L'anode contient plusieurs plaques d'argent pur pour récompenser les ions d'argent dans la solution.

Réactions qui se produisent dans le bain :

A l'anode



A la cathode



Estimation de la masse de cuivre déposée sur la plaque/article N°1

Les calculs sont fait en appliquant la relation de faraday comme dans le cas précédent.
Les résultats obtenus après l'application numérique sont :

Masse théorique = **0.67g**

Masse expérimentale = **0.36g**

2.8. Séchage

Les pièces revêtues sont rincées puis séchées aux températures allant jusqu'à **130°C**

2.9. Interprétation des résultats obtenus

Les résultats de la partie pratique sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Mass avant (M)	Mass après (M ₁)	Mass expérimental M _{ex} =M- M ₁	Mass théorique M _{th} = (M'*I*t/n*F)	Rendement R= M _{th})*100% (M _{ex} /
84.06g	Cu al=84.47	0.41	0.79	52
84.08g	Cu ac=84.70	0.62	0.98	63
84.05g	Ni D=84.28	0.23	0.36	64
84.12g	Ag D=84.48	0.36	0.67	53.7
84.13g	Ag G=85.66	1.56		

❖ Le rendement du cuivrage dans le cas acide est supérieur à celui du cuivrage alcalin.
Ceci est dû à :

- L'acidité de l'électrolyte qui est menée à pH acide, par addition de l'acide sulfurique qui favorise la bonne dissolution anodique.
- Le bon transfert des cations en présence du phosphore (catalyse).

- ❖ *Le rendement nickelage après cuivrage acide est nettement supérieur à celui du nickelage après cuivrage alcalin. Ceci s'explique par : plus le dépôt du cuivre est grand plus le nickelage est important.*
- ❖ *Le rendement d'argent reste constant quelque soit le type de cuivrage utilisé.*

CHAPITRE 4 : Contrôle des bains et des dépôts

1. Les analyse des bains

*Les analyses des bains sont réalisées par une autre société qui s'appelle **Galvano technique** qui fait les analyses physico-chimiques.*

1.1. Echantillonnage

Les résultats d'une analyse ne peuvent être interprétés et exploités si l'échantillon représenté vraiment la matière à analyser dans notre cas, l'échantillon est prélevé directement car la solution est homogène.

1.2 Méthode physico-chimique

Le laboratoire Galvano technique réalise des analyses basées sur les méthodes volumétriques et spectroscopiques (UV etc).

4.2. Contrôle des bains

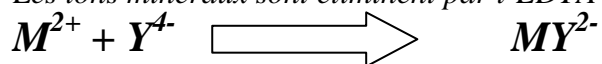
Après plusieurs utilisations, la densité des solutions devient inférieure à la norme souhaitée, pour cela il faut entretenir chaque bain. Cet entretien est basé sur les résultats d'analyses et sur la valeur de la densité enregistrée par un aréomètre baume.

Les additions des sels sont effectuées périodiquement en dissolvant les produits dans une petite quantité d'électrolyse chauffée dans une cuve de mélange.

4.3. Purifications des bains

Type de bain	Type des Impuretés	influences	Contrôles et traitements
Cuivre	⊕ Impureté organique	<ul style="list-style-type: none"> Assombrir les dépôts et manque d'adhérence. 	<ol style="list-style-type: none"> Utilise l'épurateur Ionex charbon actif pour Impureté organique EDTA pour ions minéraux.
nickelage	<ul style="list-style-type: none"> Cuivre Impureté organique 	<ul style="list-style-type: none"> Arrêt de production Perte inévitable de nickel Assombrir les dépôts et manque d'adhérence. 	
Argentage	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuivre ✓ Nickel ✓ Impureté organique 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Blanchir le dépôt ❖ Assombrir les dépôts ❖ Assombrir les dépôts et manque d'adhérence. 	

Les ions minéraux sont éliminés par l'EDTA selon la réaction :



4. Contrôle de la qualité de dépôt

Le contrôle de dépôt est important, vu l'importance capitale que joue le traitement de surface pour compléter la valeur artistique de l'article, et pour avoir la meilleure qualité de l'article.

4.1. Les critères de la qualité

a. L'aspect

Doit être brillant, uniforme et lisse, exempte de porosité, zones non revêtues ou brûlées.

b. L'adhérence

C'est très essentiel car si elle est mauvaise, la protection est aléatoire. Les manifestations de mauvaise adhérence se traduit par le décollement après quelque temps.

c. L'épaisseur

Ceci présente une importance fondamentale, d'une part, il permet une meilleure résistance à la corrosion et d'autre part améliore la qualité du dépôt ainsi que les prix.

4.4.2. Défaut et action corrective

Le tableau ci-dessous résume certains défauts et leurs remèdes.

Défauts	Cause	Remède
Manque d'adhérence	a) Dégraissage insuffisante b) Densité de courant trop élevée	i. Contrôler le bain de dégraissage ii. Rectifier la densité de courant
Dépôt sombre	a. Densité de courant trop élevée b. Manque de cyanure libre c. Pollution minérale et organique	a) Rectifier la densité de courant b) Effectuer le dosage de cyanure c) Traitement de charbon actif et EDTA
Dépôt mauvais, faible	I. Pollution minérale et organique II. Trop de cyanure libre	i. Remplacer le bain

Evaluation des objectifs

Tenant compte de peu de temps que j'ai passé à la société mes contributions aussi peu qu'elles soient, je pense que mes propositions surtout sur le contrôle de qualité seront utiles pour la société.

Grâce aux différentes techniques et outils acquis lors de ma formation à la FST, j'ai montré mes capacités à mener une étude comparable à celle que je vais rencontrer dans mon futur métier, ceci est le souhait de chaque institut de formation.

Satisfait de l'accueil du personnel de la Société SADF, ainsi que de la patience et motivation durant le déroulement de ce stage, je pense que cette expérience au sein d'une unité industrielle m'a ouverte l'esprit d'initiative. Elle m'aide à élargir mes connaissances éducatives aussi bien que culturelles.

A travers ce stage, je me sens capable de gérer et piloter des projets industriels au sein d'une entreprise.

A travers ce stage, j'ai acquis de plus la confiance en soi, travaillé en équipe et même si la durée était courte, je me sens capable d'affronter le monde de travail en réalité.

Conclusion

Lors de ce stage, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation, de plus je me suis confronté aux difficultés réelles du monde de travail. En outre le fait que cette période de stage a été le basculement entre la vie étudiante et la vie professionnelle, j'ai remarqué que j'avais augmenté la confiance en moi et que j'ai développé mon goût pour le travail en équipe.

Le soutenu que j'ai eu lors de ma formation à la FST et durant mon stage m'a fait comprendre que les relations humaines et savoir être peuvent faire avancer les choses.

*En fin, le stage sur le sujet, « **Traitement des surfaces, Revêtement métallique par Electrolyse** » dépend de plusieurs facteurs comme : **concentration des solutions, pH de l'électrolyte, températures et densité du courant ainsi que de temps reliés par la relation de Faraday.***

Enfin, je peux dire que ce stage, de durée d'un mois et demi, m'a permis d'enrichir mes connaissances théoriques et pratiques et découvrir les différents services rendus par la SADF envers ses clients et je suis heureux d'avoir fait partie de SADF.

Bibliographie

Les fiches techniques rediger par :

A. LA SOCIETE CONTINENTAL PARKER DE FRANCE:

- *Niamond 101 : pour la procède de Nickelage*
- *Epidor 725 : pour la procède de Nickelage*

- *Parkrome : pour le chromage*
- *Cuivre Alcalin Parker N°62 : pour le cuivrage alcalin*
- *Servit bronze 04 : pour le cuivrage*

B. METALOR INDUSTRIES ET TECHNOLOGIES DE FRANCE

- *Silverbite 2 : pour le Nickelage*

Ressources internet :

<http://sadf-maroc.Com//>

<http://www.cuivre.org/contenu/doc/pdf/metallurgie/03laiton.pdf/>

<http://www.cuivre.org/index-2200.htm/>