



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
Département de chimie



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

TRAITEMENT DE SURFACE DES PIECES EN LAITON PAR VOIE ELECTROLYTIQUE

Présenté par :

- ◆ **BOY-MUKE Aristide**

Encadré par :

- ◆ **Mr Khammar CHENOUNI (SADF)**
- ◆ **Pr Bouchaib IHSSANE (FST)**

Soutenu Le 07 Juin 2017 devant le jury composé de:

- **Pr Bouchaib IHSSANE**
- **Pr Taoufiq SAFFAJ**
- **Pr Ahmed HARRACH**
- **Mr Khammar CHENOUNI**

Stage effectué à la Société des Artisans et Dinandiers de Fès

Année Universitaire 2016 / 2017

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS
☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES
☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14
Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

TABLE DE MATIERES

Dedicaces.....	1
Remerciements.....	2
Introduction.....	3
PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA SOCIETE DES ARTISANS ET DINANDIERES DE FES (SADF).....	4
1. Historique.....	5
1.1. Principaux clients.....	7
1.2. Matieres premieres.....	7
DEUXIEME PARTIE : CHAINE DE PRODUCTION.....	8
2.1 Modelistaion	9
2.2. Découpage	9
2.5. Fonderie.....	9
2.6. Limage.....	10
2.7. Soudure	10
2.8. Décapage	10
2.9. Polissage.....	10
2.10. Contrôle de qualité	10
2.11. Ravivage	10
2.12. Traitement de surface	10
2.13. Emballage.....	11
TROISIEME PARTIE : TRAITEMENT DE SURFACE PAR VOIR ELECTROLYTIQUE.....	12
3.1. Galvanoplastie.....	13
3.2. Dégraissage	13
3.3. Rincage.....	15
3.4. Cuivrage	15
3.4.1. Cuivrage acide.....	15



3.5.	
Nickelage.....	18
3.6. Pré-argentage.....	19
3.7 Argentage.....	20
3.8. Séchage.....	21
QUATRIEME PARTIE : ESTIMATIONS DES MASSES DES METEAUX DEPOSES SUR LES PIECES EN LAITON ET CALCULS DES RENDEMENTS	22
4.1. Dépôt du cuivre	23
4.2. Dépôt du Nickel	24
4.3. Dépôt d'argent	25
CINQUIEME PARTIE : TRAITEMENT DES REJETS.....	27
5.1. Chloration :	28
5.2. Oxydation directe :	28
5.3. Complexation par le fer :	28
Conclusion.....	29
Webographie	30

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- + Mes très chers parents que j'aime beaucoup de tout mon cœur qui ont fait d'énormes sacrifices et qui continuent toujours à les faire jusqu'aujourd'hui afin que je sois ce que je suis aujourd'hui :*
- + Mes frères et sœurs que j'aime énormément qui sont des personnes formidables. Ils ont toujours été là pour moi et malgré la distance je sais qu'ils sont avec moi :*
- + Mes amis et connaissances du pays et ceux du Maroc qui ont accepté de venir assister à ma soutenance je vous aime car vous êtes ma famille du Maroc.*

Remerciements

Je tiens sincèrement à remercier :

- ✚ Premièrement mon encadrant en la personne de Monsieur **Bouchaib HASSANE** pour son soutien, son aide, ses conseils et sa volonté qu'il a montré à mon égare afin de réaliser mon mémoire :*
- ✚ Deuxièmement le Directeur de la **SADF** en la personne de Monsieur **Abderrafie TAHIRI** pour sa gentillesse et sa sympathie, de nous avoir accepté en tant que stagiaires au sein de sa société et de nous avoir mis dans des bonnes conditions de travail tout au long de notre stage :*
- ✚ Troisièmement mon encadrant de stage à la **SADF** en la personne de Monsieur **Khammar CHENOUNI** pour sa volonté et sa disponibilité qu'il nous a montré durant notre stage et je remercie également le personnel de la **SADF** pour leur hospitalité et gentillesse qu'ils ont montré à notre égare durant notre stage :*
- ✚ Quatrièmement chaque membre du jury pour leur volonté et d'avoir accepté de disposer de leur temps afin de juger mon travail abouti :*
- ✚ Cinquièmement la **FST** pour son hospitalité et pour son enseignement de qualité qu'elle a mis à notre disposition durant nos années académiques afin de faire de nous ce que nous sommes aujourd'hui*

Introduction

La Société **SADF** est l'une des meilleures sociétés dans le domaine d'artisanat et de dinanderie, elle s'est développée au fil du temps et s'est dotée des techniques des pointes en ce qui concerne son domaine.

L'objectif de ce stage était de mieux comprendre le fonctionnement interne de la **SADF** dans le but d'acquérir beaucoup des connaissances professionnelles en ce qui concerne surtout les traitements de surfaces employés par la société.

Ce mémoire est écrit dans le but de nous faire connaître tout ce qu'on a fait durant notre stage, Pour ce notre travail comportera 5 parties qui sont les suivantes :

- ✓ Dans la première partie nous parlerons de la présentation de la société **SADF** ;
- ✓ Dans la deuxième partie nous parlerons de la chaîne de production ;
- ✓ Dans la troisième partie nous détaillerons les types des traitements de surface par voie électrolytique ;
- ✓ Dans la quatrième partie nous donnerons les comptes rendus concernant les expériences qu'on a fait ;
- ✓ Dans la cinquième partie nous parlerons du traitement des rejets et nous essayons à la fin de notre travail de donner une conclusion.

**PREMIERE PARTIE :
PRESENTATION DE LA SOCIETE DES
ARTISANS ET DINANDIERS DE FES (SADF)**

1. Historique :

La Société de Artisans Dinandiers de Fès fut créée en 1982 par un groupe de maitres artisans qui ont eu une idée de créer une unité industrielle au vrai sens du terme , regroupant tout le processus de fabrication et permettant ainsi la préservation du produit artisanal avec une touche marocaine, tout en améliorant et innovant dans ce sens .

Aujourd'hui la **SADF** continue de développer l'artisanat marocain en termes de qualité et d'image de marque.

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

Signalons que la **SADF** a acquis une très bonne image de marque et une notoriété assez large pour pouvoir augmenter sa part de marché dans ce segment. Pour cela, la **SADF** a vu qu'il est temps d'élargir sa gamme de produits en offrant des produits en bois mariés au laiton, ce qui contribuera à doubler le chiffre d'affaire au niveau de ce segment .

En optant pour ce choix, la **SADF** s'est trouvée face à deux stratégies, soit la sous-traitance, soit l'intégration des nouvelles activités telles que la menuiserie et la tapisserie.

A l'opposé de ce qui est connu dans l'ancienne médina de Fès, la **SADF** a intégré un certain nombre d'artisans spécialisés dans différentes disciplines et dont l'habileté de leurs mains donne l'aspect original aux produits.

La **SADF** a réussi au fil du temps de gagner la confiance des clients et d'imposer sa marque. En effet, elle occupe une place très importante parmi les meilleures sociétés dans son domaine susceptible de représenter et d'honorer le produit artisanal marocain. Elle a donc participé remarquablement à plusieurs manifestations et foires, et a obtenu plusieurs titres d'honneur.

L'activité de la société n'est pas seulement limitée à l'échelle nationale, mais elle représente le Maroc au Grand Maghreb, au Moyen Orient, en Europe et aux Etats-Unis.

La **SADF** est composée de 166 personnes dont 16 % des femmes et 84% d'hommes.

La structure de la société est représentée par l'organigramme suivant :

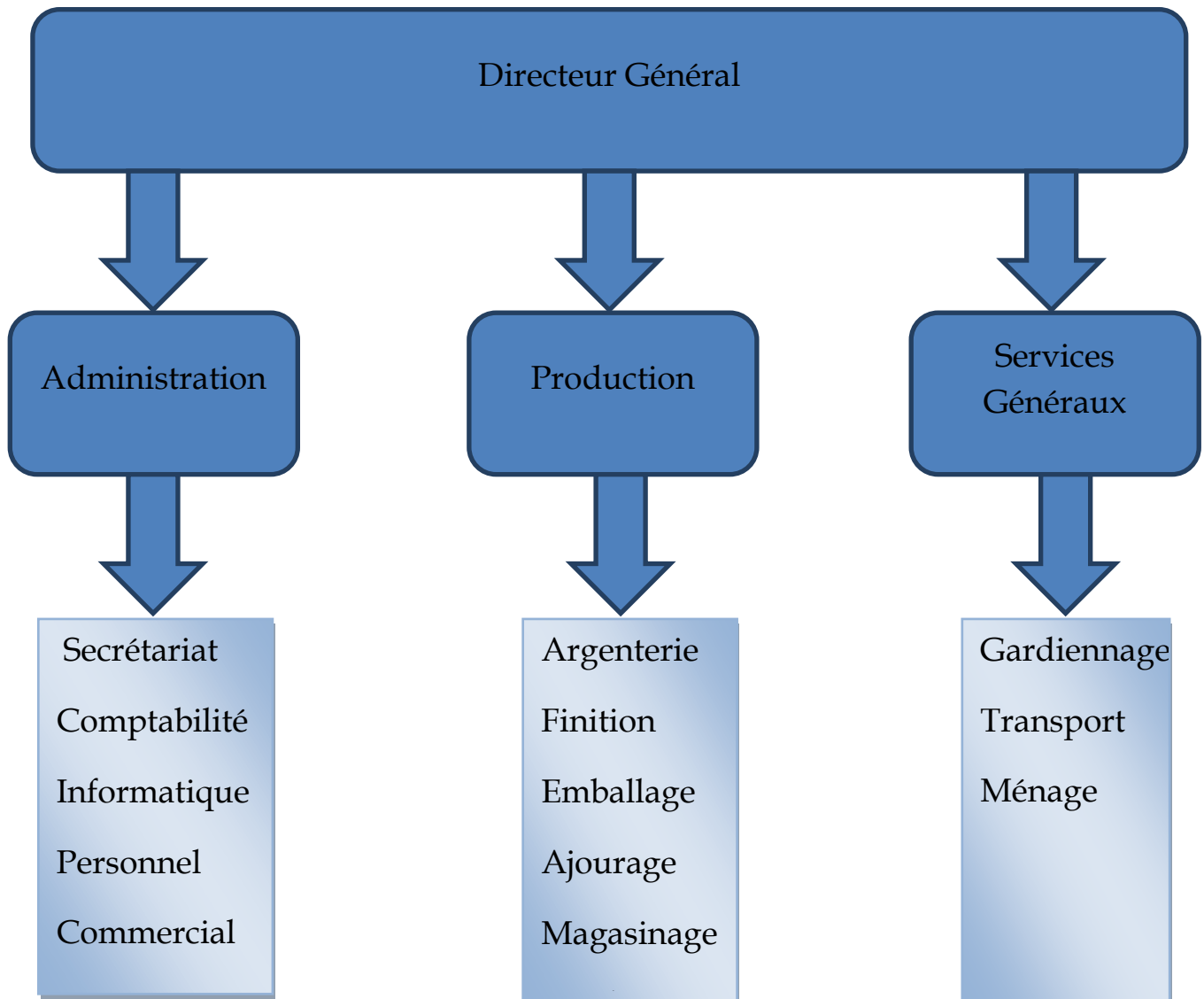


Figure 1 : Schéma de l'organigramme SADP

1.1. Principaux Clients :

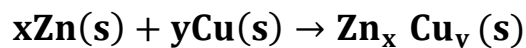
Les Principaux clients de la **SADF** sont présentés dans le tableau suivant :

Clients Nationaux	Clients Internationaux
<ul style="list-style-type: none">- Palais royaux ;- Garde royale ;- Les hôtels ;- Les associations ;- Les clients particuliers	<ul style="list-style-type: none">- Emirats arabes unies (foires de Dubaï et d'Abu Dhabi) ;- Bahreïn ;- Arabie Saoudite (foire de Riad) ;- Tunisie (foires de Sfax, de Nabeul, Tunis, Sousa) ;- Sultanat Oman ;- France (foire de Bressuire) ;- Allemagne (foire de Hanovre) ;- Italie (foire internationale de Milan).

1.2. Matière première :

La **SADF** utilise comme matière première le Laiton appelé aussi Bronze qui est un alliage obtenu par le mélange du Cuivre et du Zinc dans des proportions très variables. Il peut également contenir d'autres métaux tels que l'étain ou le plomb qui sont ajoutés en faible proportion pour améliorer certaines propriétés.

Le laiton est obtenu par fusion du cuivre et du zinc à 900°C, selon l'équation suivante :



Le Laiton est plus utilisé car il est facilement malléable à chaud et à froid, et a une très bonne résistance à la corrosion. Les proportions du cuivre et du zinc varient d'un laiton à un autre, il en existe 3 types qui sont les suivants :

- **Le Laiton simple (binaire) :** Qui contient que de cuivre (64%) et de zinc (36%).
- **Le Laiton au plomb :** Qui contient 2% de plomb, 59% de cuivre et 39% de zinc.

DEUXIEME PARTIE : CHAINE DE PRODUCTION

2.1. Modélisation :

Les modélistes de la **SADF** élaborent un prototype, si le prototype est accepté ce dernier fera l'objet d'une production.

Le dessin du prototype se fait sur des feuilles qui seront collées sur des plaques en laiton brute à traiter.

2.2. Découpage :

Ici on découpe soit manuellement, soit mécaniquement les différents types de prototype qu'on a tracé sur les plaques de Laiton tout en respectant leurs caractéristiques.

2.3. Gravure :

La gravure est réalisée par les maitres artisans, elle consiste à dessiner des motifs décoratifs sur les surfaces de plaque de laiton Ces dessins peuvent être soient traditionnels, soient modernes, soient des dessins exigés par les clients .Les dessins sont réalisés soient manuellement, soient mécaniquement.

2.4. Repoussage :

Le repoussage consiste à donner une forme quelconque à une pièce, il en existe deux types qui sont les suivants :

- ✓ **Repoussage manuel** : Le repoussage manuel nécessite de donner à la moule un apport important d'effort humain afin de donner une forme souhaitée à la pièce.
- ✓ **Repoussage automatique** : On utilise une machine à presse qui permet de donner la forme aux pièces plates.

2.5. Fonderie :

Pour limiter les pertes de laiton on amène à la fonderie les chutes de laiton provenant des étapes précédentes afin de reproduire un article désiré .La fabrication de l'article désiré s'effectue en trois étapes qui sont les suivantes :

- ✓ **Fabrication d'une moule appropriée** : Cette étape est réalisée à partir d'un sable particulier selon les formes désirées.
- ✓ **Fonderie** : On fond les chutes de laiton avec quelques grammes d'aluminium
- ✓ **Moulage** : L'alliage fondu est coulé dans le moulage déjà fabriqué. Après refroidissement on obtient la formation des pièces désirées.

2.6. Limage :

Le limage permet d'enlever les irrégularités portées par les pièces provenant de la fonderie. Le limage se fait soit manuellement, soit mécaniquement.

2.7. Soudure :

Elle consiste à faire l'assemblage des différentes pièces provenant du limage avec celles obtenues du repoussage. Elle est réalisée par chalumeau ou bien par soudure en étain.

2.8. Décapage :

C'est l'élimination mécanique ou chimique de toutes les traces d'impuretés et des couches d'oxydes formées à la surface des objets. On distingue deux voies d'attaque de la surface de la pièce :

- Décapage chimique :

Surtout utilisé pour les pièces gravées, elle consiste à attaquer la surface de la pièce par un acide fort et concentré. Les acides utilisés **HCl** et **HNO₃**.

- Décapage électrochimique :

Consiste à oxyder la surface d'une pièce placée à l'anode et plongée dans un électrolyte qui peut être de l'acide sulfurique ou de l'acide phosphorique.

2.9. Polissage :

Cette étape est réalisée à partir de matériaux tournant en grande vitesse qui permettent de lisser et de faire briller la pièce.

2.10. Contrôle de qualité :

Avant de faire le traitement électrochimique de chaque pièce cette dernière est passée au contrôle afin d'éviter de faire passer une pièce défectueuse à l'atelier de traitement de surface.

2.11. Ravivage :

C'est un polissage secondaire qui permet de rendre la pièce éclatante et permet également de rendre la surface de la pièce plus vive. Elle est réalisée à partir d'une patte rouge et des machines équipées de papiers abrasifs.

2.12. Traitement de Surface :

Elle consiste à faire le dépôt d'un métal sur la pièce afin de lui donner un aspect agréable à la vue et d'augmenter sa résistance à la corrosion.

2.13. Emballage :

Avant la mise de chaque pièce dans un emballage il faut vérifier si la pièce n'est pas défectueuse. L'emballage doit être conforme à la taille de la pièce et doit protéger celle-ci contre les poussières, l'oxydation et les chocs qu'elle peut subir pendant le transport. On utilise des emballages spécifiques tels que le carton, le sac en plastique et papier blanc fin qui ont comme matières premières des bandes des plaques de polystyrène et des feuilles de carton.

**TROISIEME PARTIE :
TRAITEMENT DE SURFACE PAR VOIE
ELECTROLYTIQUE**

3.1. Galvanoplastie :

L'objet de notre stage est de mieux maîtriser les traitements de surface que la société **SADF** utilise. La société **SADF** utilise la Galvanoplastie comme technique de traitement de surface qui consiste à protéger un objet métallique contre la corrosion tout en lui recouvrant d'un métal et en lui donnant un aspect et une couleur voulus.

Le principe consiste à générer à partir d'un générateur ayant deux électrodes dont une positive nommée anode (lieu où se passe la réaction de l'oxydation) et une négative nommée cathode (lieu où se passe la réaction de réduction), la pièce est placée sur l'électrode négative le courant électrique continu généré par le générateur va permettre au métal se trouvant en solution sous forme de cation de se déposer sur la pièce.

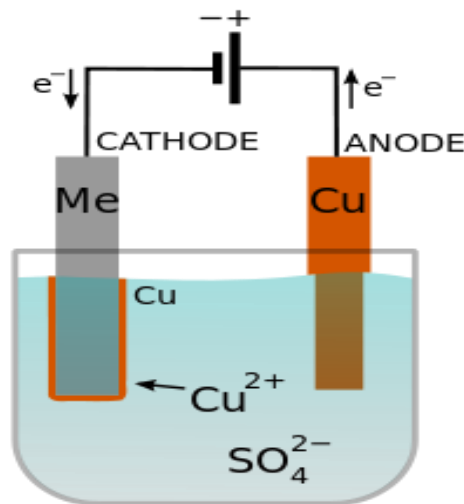


Figure 2 : Schéma simplifié du bain d'électrolyse

3.2. Dégraissage :

Le Dégraissage consiste à enlever toutes traces des graisses se trouvant à la surface d'un objet. Il existe deux types de dégraissages qui sont les suivants :

3.2.1. Dégraissage Chimique :

Implique une réaction chimique qui permet d'éliminer les huiles et les graisses.

Un corps gras est une combinaison d'acide gras et de glycérol ou des savons métalliques (acides gras + métal). Ces graisses sont saponifiables c'est-à-dire décomposable à chaud par des bases. Cette décomposition libère des sels alcalins et du glycérol solubles dans l'eau.



3.2.2. Dégraissage électrolytique :

Au sein de la société **SADF** toute pièce, sur laquelle un traitement de surface sera appliqué, est obligée de passer dans un bain de dégraissage électrolytique. En effet, l'immersion de la plaque dans le bain permet d'éliminer toutes sortes des graisses et d'oxydes qui se trouvent collés à la surface de la pièce. Ceci se fait en déposant la pièce à l'anode qui est en cuivre afin de mieux faire le polissage électrolytique de la pièce ,la cathode du bain est en acier.

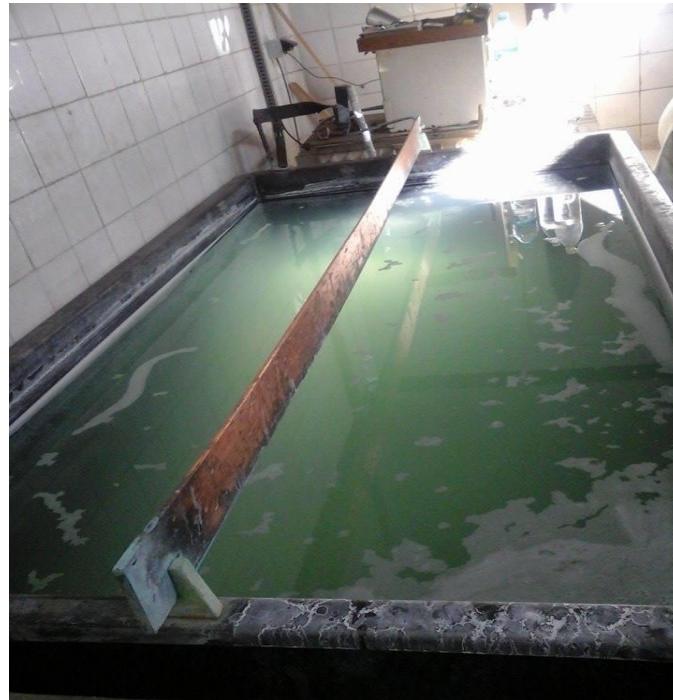












Figure 3 : Image du Bain de Dégraissage

❖ Composition du bain :

-  Cyanure de sodium
-  La soude caustique
-  Eau déminéralisée
-  AB 40
-  Dex

❖ Conditions de travail :

-  Température ambiante
-  Temps d'immersion de la pièce : 5 minutes
-  I : 25A/dm²
-  Baumé : 6°
-  Dex

3.3. Rinçage :

Il faut noter qu'après chaque bain actif, il y a toujours des bains de rinçage qui permettent de purifier de la pièce avant de la faire entrer dans le bain suivant, cela permet d'éviter l'altération entre les traces provenant du bain précédent avec le bain suivant car ces dernières risquent d'abimer le bain suivant. Après le rinçage de la pièce, il faut immédiatement la mettre dans le bain suivant afin d'éviter qu'elle puisse s'oxyder.



Figure 4 : Image des Bains de Rinçage

3.4. Cuivrage :

Le cuivrage consiste à faire le dépôt du cuivre sur la pièce après son passage au bain de dégraissage, on pose la pièce sur la cathode qui en cuivre afin de permettre le dépôt du métal. Il existe deux types de cuivrage qui sont les suivants :

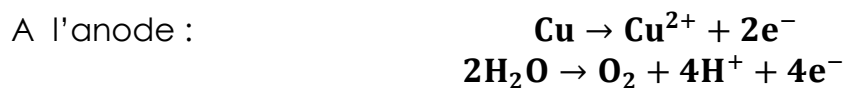
3.4.1. Cuivrage acide :

On utilise ce bain quand il s'agit seulement du traitement de surface des objets décoratifs ; afin de leur donner des beaux éclats. Ici on pose la pièce à la cathode qui est en cuivre afin de mieux faire le dépôt du métal et l'anode est en cuivre sur laquelle on a déposé une grosse plaque métallique contenant une grande quantité de cuivre et une portion de phosphore.



Figure 5 : Image du Bain du Cuivrage Acide

Les réactions qui se produisent au niveau de chaque électrode sont les suivantes :



❖ **Composition du bain :**

- ✚ Sulfate de cuivre(CuSO4)
- ✚ Acide sulfurique(H2SO4)
- ✚ Anode (plaque de cuivre contenant une portion de phosphore) ;
- ✚ Additifs :
 - Brillanteurs ;
 - Cubrac nivelant ;
 - Cubrac brillant ;
 - Cubrac base.

❖ **Conditions de travail :**

- ✚ T : 40 à 45°C
- ✚ t : 15 minutes
- ✚ I : 2A/dm²
- ✚ pH : 4,5
- ✚ Baumé : 23°

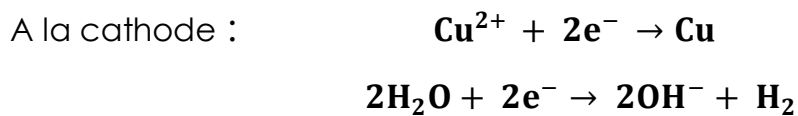
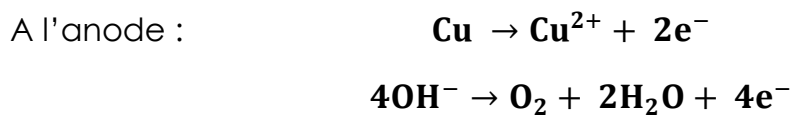
3.4.2. Cuivrage Alcalin :

Ici l'anode ne contient pas de portion de phosphore.



Figure 6 : Image du Bain du Cuivrage Alcalin

Les réactions qui se produisent au niveau de chaque électrode sont les suivantes :



❖ Composition du bain :

- ✚ Cyanure de sodium
- ✚ Sel n°2 : $\text{Cu}(\text{CN})_2$
- ✚ Soude caustique (NaOH)
- ✚ Des additifs (mouillant, brillanteur)

❖ Conditions de travail :

- + T : 35 à 40°C
- + t : 2 minutes
- + I : 10A/dm²
- + pH : 11
- + Baumé : 13°

3.5. Nickelage :

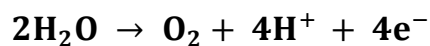
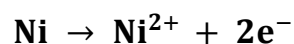
Après le passage de la pièce dans l'un des bain du cuivre, la pièce sera rincée et enfin passée dans le bain de nickel qui comporte une cathode en cuivre sur laquelle on place la pièce et une anode en cuivre sur laquelle est placée plusieurs barres de nickel. Le nickel se déposera facilement sur la pièce grâce au passage de la pièce dans l'un des bains de cuivre, le nickelage va permettre à la pièce de mieux résister à la corrosion.



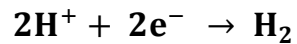
Figure 7 : Image du Bain de Nickelage

Les réactions qui se produisent dans le bain sont les suivantes :

A l'anode :



A la cathode :



❖ **Composition du bain :**

- + Chlorure de nickel (NiCl_2)
- + Sulfate de nickel (NiSO_4)
- + Acide borique (H_3BO_3)
- + Anode de nickel
- + Additifs : Brillanteur, nivelant, fixateur, mouillant.

❖ **Conditions de travail :**

- + T : 60°C
- + t : 10 à 15 minutes
- + I : 25A/dm²
- + Baumé : 28°

3.6. Pré-argentage :

Le pré-argentage permet à ce que la pièce puisse être pure afin de ne pas transmettre des impuretés dans le bain d'argent.



Figure 8 : Image du Bain de Pré-argentage

Les réactions qui se produisent dans le bain sont les suivantes :



❖ **Composition du bain :**

- + Cyanure d'argent (AgCN)
- + Cyanure de Potassium (KCN)
- + Anode d'Inox
- + Eau déminéralisée

❖ **Conditions de travail :**

- + Température ambiante
- + t : 10 à 15 secondes
- + Filtration sur charbon actif
- + Baumé : 19°

3.7. Argentage :

La pièce passe dans le bain d'argent afin de lui donner une bonne résistance à la corrosion. Pour ce bain, l'anode n'a pas d'inox mais porte des barres contenant de l'argent pur.



Figure 9 : Image du Bain d'Argentage

Les réactions qui se produisent dans le bain d'argentage sont celles qui se produisent aussi dans le bain de pré-argentage, sauf qu'à l'anode, on aura en plus, l'oxydation des plaques d'argent.

La réaction mise en jeu est : $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + 1\text{e}^-$

❖ **Composition du bain :**

- + Cyanure d'argent (AgCN)
- + Cyanure de potassium (KCN)

- + Anode d'argent pur
- + Eau déminéralisée
- + Brillanteurs :
 - Argenlux base ;
 - Argenlux brillant

❖ **Conditions de travail :**

- + Température ambiante
- + t : 10 à 15 minutes
- + Baumé : 35°

3.8. Séchage :

Le séchage est la dernière étape qui consiste à introduire la pièce dans un four après avoir été rincée. La température du four peut aller même jusqu'à 130°C. Le séchage permet d'éviter la rouille de la pièce.



Figure 10 : Image du Four

**QUATRIEME PARTIE :
ESTIMATIONS DES MASSES DES METAUX DEPOSES
SUR LES PIECES EN LAITON ET CALCULS DES
RENDEMENTS**

4.1. Dépôt du cuivre :

La plaque en laiton de **0,25 dm²** sur laquelle on applique un dépôt de cuivre (plaque C) est passé dans le Bain du cuivrage Acide avec les conditions de travail suivantes :

- **I** = 1,5 A
- **t** = 15 Minutes

Le rendement de la couche du cuivre déposée sur la plaque C est calculé par la formule suivante :

$$R_{dt} = (M_{exp} \div M_{th}) * 100$$

Avec :

M_{exp} : Masse expérimentale calculée par la formule suivante :

M_{exp} : Masse de la pièce après le dépôt du métal - Masse de la plaque avant le dépôt du métal

$$M_{exp} : 21,6017g - 21,29g = 0,4217 g$$

M_{th} : Masse théorique calculée par la formule suivante :

$$M_{th} = \frac{I * t * M_{cu}}{n_{\acute{e}q} * F}$$

Avec :

- **I** : Intensité du courant (1,5A) ;
- **t** : temps d'immersion (15') ;
- M_{Cu} : Masse molaire du cuivre (63.5g/mol) ;
- $n_{\acute{e}q}$: nombre d'électron échangé (2) ;
- **F** : Constante de Faraday (96500c/mol).

$$M_{th} = \frac{1,5 * 15 * 60 * 63,5}{2 * 96500} = 0,4441 g/dm^2$$

Finalement le rendement de la couche du métal déposée sur la Plaque C est :

$$R_{dt} = (0,4217 \div 0,4441) * 100 = 95\%$$

4.2. Dépôt du Nickel :

La plaque en laiton de **0,25 dm²** sur laquelle on applique un dépôt de nickel (plaque N) est passée dans le Bain du nickelage avec les conditions de travail suivantes :

- $I = 2 \text{ A}$
- $t = 15 \text{ Minutes}$

Le rendement de la couche du nickel déposée sur la plaque N est calculé par la formule suivante :

$$R_{dt} = (M_{exp} \div M_{th}) * 100$$

Avec :

M_{exp} : Masse expérimentale calculée par la formule suivante :

M_{exp} : Masse de la pièce après le dépôt du métal - Masse de la plaque avant le dépôt du métal

$$M_{exp} : 21,6555\text{g} - 21,18\text{g} = 0,4755 \text{ g}$$

M_{th} : Masse théorique calculée par la formule suivante :

$$M_{th} = \frac{I * t * M_{Ni}}{n_{\text{éq}} * F}$$

Avec :

- I : Intensité du courant (2A)
- t : temps d'immersion (15')
- M_{Ni} : Masse molaire du nickel (58,7 g/mol)
- $n_{\text{éq}}$: nombre d'électron échangé (2)
- F : Constante de Faraday (96500 c/mol)

$$M_{th} = \frac{2 * 15 * 60 * 58,7}{2 * 96500} = 0,54748\text{g/dm}^2$$

Finalement le rendement de la couche du métal déposée sur la Plaque N est :

$$R_{dt} = (0,4755 \div 0,5474) * 100 = 87\%$$

4.3. Dépôt d'argent :

La plaque en laiton de **0,25 dm²** sur laquelle on applique un dépôt d'argent (plaque A) est passée dans le Bain d'argentage avec les conditions de travail suivantes :

- $I = 1 \text{ A}$
- $t = 15 \text{ Minutes}$

Le rendement de la couche d'argent déposée sur la Plaque A est calculé par la formule suivante :

Avec :

M_{exp} : Masse expérimentale calculée par la formule suivante :

M_{exp} : Masse de la pièce après le dépôt du métal - Masse de la plaque avant le dépôt du métal

$$M_{\text{exp}} : 21,3026\text{g} - 21,18\text{g} = 0,1226 \text{ g}$$

M_{th} : Masse théorique calculée par la formule suivante :

$$M_{\text{th}} = \frac{I * t * M_{Ni}}{n_{\text{éq}} * F}$$

Avec :

- I : Intensité du courant (1 A)
- t : temps d'immersion (15')
- M_{Ag} : Masse molaire de l'argent (107.9 g/mol)
- $n_{\text{éq}}$: nombre d'électron échangé (1)
- F : Constante de Faraday (96500c/mol)

$$M_{\text{th}} = \frac{I * t * M_{\text{Ag}}}{n_{\text{éq}} * F} = \frac{1 * 15 * 60 * 107,9}{1 * 96500} = 1,0059\text{g/dm}^2$$

Finalement le rendement de la couche du métal déposée sur la plaque N est :

$$R = (0,1226 \div 1,0059) * 100 = 12,18\%$$

4.4. Interprétation :

Les masses expérimentales sont inférieures aux masses théoriques à cause des réactions concourantes qui se passent dans les bains. Le rendement de



l'argentage est inférieur aux autres rendements, parce que on n'a pas fait passé la plaque dans le bain de pré-argentage.

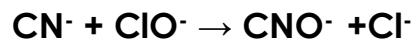
**CINQUIEME PARTIE :
TRAITEMENT DES REJETS**

Il faut se méfier des solutions aqueuses contenant des ions cyanure CN^- , car si un acide entre en contact avec la solution, un dégagement gazeux de cyanure d'hydrogène mortel se produira. Il faut donc bannir tout acide à proximité d'un tel mélange.

Pour détruire les ions cyanure, il faut les transformer en d'autres composés peu toxiques. Il existe plusieurs méthodes.

5.1. Chloration :

Cette méthode est utilisée par la **SADF**, elle consiste à employer l'hypochlorite de sodium en milieu alcalin ($pH=11,5$) pour oxyder partiellement le cyanure en cyanate qui est peu toxique, ou complètement en dioxyde de carbone et en azote :



5.2. Oxydation directe :

Il est possible de traiter la solution contenant les cyanures par un persulfate (persulfate de potassium) qui oxyde directement en cyanate, sans passer par le redoutable chlorure de cyanogène.

5.3. Complexation par le fer :

Une complexation par les ions fer (II) ou fer (III), pour créer du bleu de Prusse à longtermes été employée aussi. Mais cette méthode n'est pas satisfaisante. Les ions cyanures sont relargués très lentement.

Conclusion

Les expériences réalisées au sein de la société **SADF** durant la période de stage nous ont permis d'apprendre et de comprendre les techniques de traitement de surface des pièces d'artisanat. Différents types de traitement de surface dont le cuivrage, le nickelage et l'argentage sont utilisés au sein de la société **SADF** afin de protéger les pièces en laiton contre l'oxydation et de leur donner des aspects éclatants.

Nous avons détecté que différents paramètres peuvent influencer le rendement des dépôts des couches des métaux sur les pièces en laiton. Ces paramètres sont la température, la densité du courant, le temps et le pH.

Ce stage était d'une très grande valeur à nos yeux car ça nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement de chaque filière qui constitue la société **SADF** et cela va nous permettre de mieux intégrer le monde professionnel.

Webographie

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Galvanoplastie>

<http://www.ma.auf.org/corrosion/Preparation.htm>

http://wiki.scienceamusante.net/index.php?title=Neutralisation_des_cyanures