



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

TRAITEMENT DE SURFACE DU LAITON : REVETEMENT METALLIQUE PAR VOIE ELECTROLYTIQUE

Présenté par :

◆ EZ-ZEJJARI Oussama

Encadré par :

- ◆ Pr. OULMEKKI Abdellah (FST)
- ◆ Mr. CHNOUNI Khammar (Société)

Soutenu Le 09 Juin 2016 devant le jury composé de:

- ◆ Pr. OULMEKKI Abdellah
- ◆ Pr. ZEROUALE Abdel Aziz
- ◆ Pr. IDRISSE Nourdine

Stage effectué à société des artisans dinandiers de Fès

Année Universitaire 2015 / 2016

REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et témoigner de ma grande reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet, et leur exprimer ma gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils m'ont généreusement accordé.

Mes remerciements s'adressent spécialement à Monsieur TAHIRI JOUTI Abderrafie , Directeur de SADF de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage au sein de son entreprise.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur CHNOUNI Khammar , mon encadrent de stage , pour sa disponibilité, ses conseils malgré ses préoccupations.

Que mon professeur OULEMEKKI Abdellah , avec qui j'ai eu l'honneur de collaborer pendant la durée de stage et auprès duquel j'ai énormément appris et progressé tant sur le plan professionnel que sur le plan humain trouve ici mes sincères remerciements.

Mes remerciements les plus chers s'adressent aux membres de jury Monsieur ZEROUALE AbdelAziz et Monsieur IDRISSE Nourdine qui m'ont honoré en acceptant de juger ce modeste travail.

Je tiens aussi à remercier vivement le corps professoral de la FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES dont le principal souci est de veiller à bien mener notre formation et à perpétuer l'excellence de notre établissement, ainsi qu'à la société SADF à assurer les conditions favorables de stage.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
--------------------	---

Chapitre I : Présentation de société

I-Historique	2
II-Production et produit	2
III-Principaux clients	2
IV-Structure de la société	3

Chapitre II : Procédé de fabrication

I- Matière première.....	4
II -Chaîne de production	4
1- Modelisation.....	4
2- Découpage.....	5
3- Gravure.....	5
4- Repoussage.....	5
5- Fonderie	6
6- Limage	7
7- Soudure	7
8- Décapage.....	7
9- Polissage.....	8
10- Ravivage.....	8
11- Contrôle visuelle	8
12- Traitement de surface.....	9
13- Emballage.....	9

Chapitre III: Traitement de surface du laiton par voie électrolytique

I - Generalite.....	10
II- Électrolyse	10
1.Principe.....	10
2.Condition d'electrolyse	11
3.Équipement de bain.....	12
II.Différentes types de bain d'électrolyse utilisés dans le SADF	13
1.Dégraissage	13
a. Mécanisme	13

b. Types de dégraissage.....	14
c. Rinçage	15
3.Cuivrage	15
a. En milieu alcalin.....	15
b. En milieu acide.....	16
4.Nickelage.....	17
5.Pré argenture.....	19
6. Argenture.....	20
7.Séchage.....	22

**Chapitre IV : Application de traitement de surface sur des plaques du
laiton**

I. Rendement électrolytique	23
II. Interpretation des résultats.....	24
Conclusion	26
Bibliographique	27

Liste des images

Image 1 : Matière première	4
Image 2 : Découpage manuelle	5
Image 3 : Découpage électrique	5
Image 4 : Gravure de dessins traditionnels et modernes	5
Image 5 : Machine de repoussage	6
Image 6 : Différents étapes de fonderie	6
Image 7 : Limage manuelle	7
Image 8 : Soudure avec un chalumeau	7
Image 9 : Comparaison des articles polies et non polies.....	8
Image 10 : Contrôle visuelle	8
Image 11 : Emballage des articles.....	9
Image 12 : Différents équipement de bain	12
Image 13 : Composition et action des tensioactifs.....	12
Image 14 : Bain de dégraissage	14
Image 15 : Bain de rinçage	15
Image 16 : Bain de cuivrage alcalin	16
Image 17 : Bain de cuivrage acide	17
Image 18 : Bain de niquelage	18
Image 19 : Panier en Titane.....	19
Image 20 : Bain de pré-argenture	19
Image 21 : Bain d'Argenture	20
Image 22 : Mesure de concentration	21
Image 23 : Mesure de pH.....	21
Image 24 : Four utilisé dans la SADF	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Différents clients de SADP	2
Tableau 2 : Mode opératoire du bain de dégraissage	14
Tableau 3 : Mode opératoire du bain de cuivrage alcalin	15
Tableau 4 : Mode opératoire du bain de cuivrage acide	16
Tableau 5 : Mode opératoire du bain de nickelage	18
Tableau 6 : Mode opératoire du bain de pré-argenture	20
Tableau 7 : Mode opératoire du bain d'argenture	21
Tableau 8 : Rendement cathodique sur des plaques du laiton	24

INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation, j'ai effectué mon stage au sein de la société des artisans dinandiers de Fès, située à Bensouda du 18 avril 2016 au 28 mai 2016. La réalisation de ce stage est basée sur l'étude de traitement de surface.

Le principe de ces traitements consiste à appliquer le dépôt d'un métal à la surface des pièces à traiter. Ce procédé permet de modifier, avec une faible variation de poids, soit les caractéristiques mécaniques d'un produit (conductibilité, anticorrosion, protection inoxydable,...), soit ses propriétés esthétiques (dépôt d'argent, dorure, chromage, nickelage, cuivrage,...).

Le but de ce stage est de décrire les méthodes ainsi que les différentes étapes du traitement des surfaces métalliques par voie électrolytique effectué par la SADF avec un bon rendement du dépôt électrolytique.

Dans la 1ère partie de mon rapport, je présente la société SADF. Dans la seconde partie, je décris la matière première utilisée par la SADF ainsi que la chaîne de production avec l'explication de toutes les étapes de fabrication. Dans la 3ème partie, je rapporte les différents procédés d'électrolyse dans la société. Ensuite, je détaille le calcul de la masse déposée sur les articles en laiton et la détermination du rendement du dépôt en discutant les paramètres influençant la qualité du dépôt de protection.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIÉTÉ

I. Historique

La SADF a été créée à partir de 1982, un ensemble de maîtres ont décidé de mettre en place une unité de production en globant tout le processus de fabrication, cela leur permettrait de préserver le produit artisanat, de le développer et de lui donner l'aspect qui réunit à la fois la beauté, le goût et la qualité avec un coût considérable pour qu'il soit souhaité et doué par la majorité des clients. Depuis sa naissance la SADF a beaucoup réussi par ses efforts continus afin d'imposer son empreinte sur les articles en métal lumineux, tables, tabourets, miroirs et autres types.

II. Production et produit

La stratégie visée par la SADF offre une large gamme de produits pour satisfaire tous les goûts en évitant toute standardisation excessive. En effet tout produit est considéré comme un article d'excellence et unique pour valoriser et augmenter l'efficacité de production.

III. Principaux clients

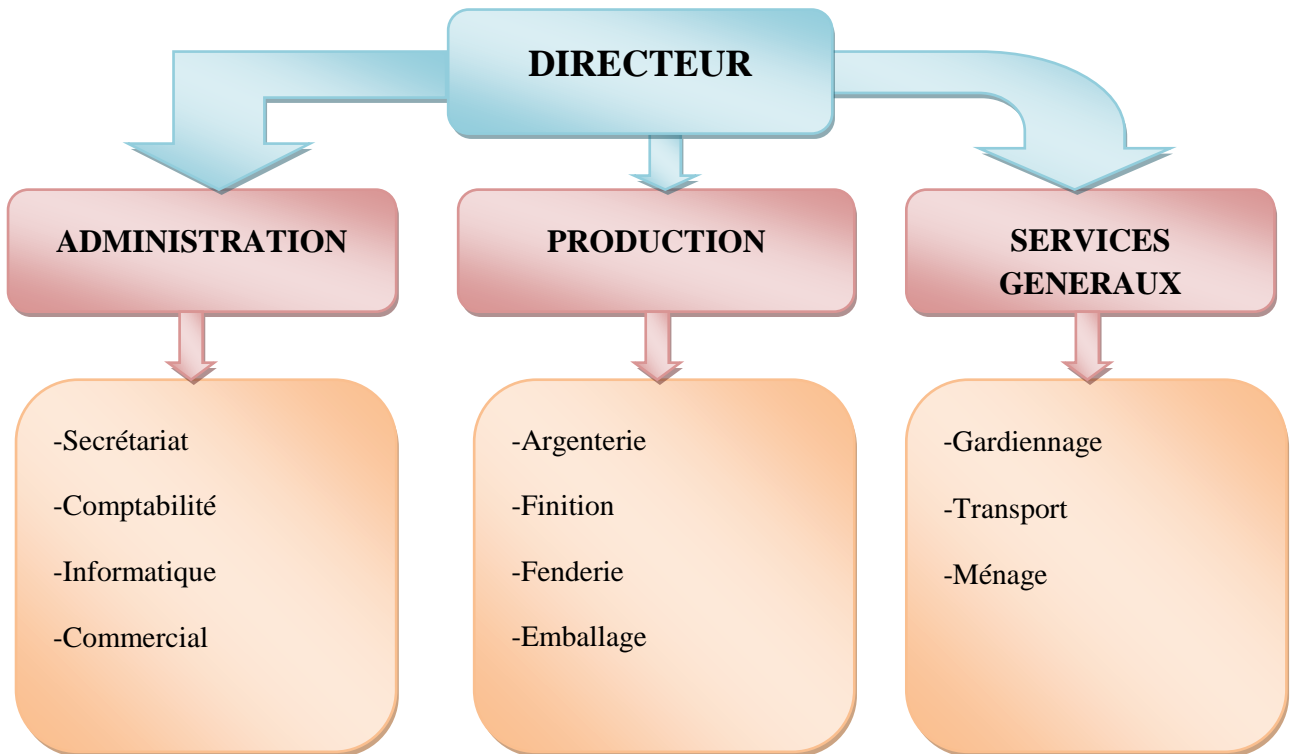
L'activité de la société n'est pas limitée à l'échelle nationale, mais représente le Maroc à l'échelle internationale.

Tableau 1 : Différents clients de SADF

Clients nationaux	Clients internationaux
Palais royaux	Gardes royaux Emirats Arabes Unies
Divers ministères	Arabie Saoudite
Les associations	Tunisie
Hôtels	Italie
	Allemagne

IV. Structure de la société

La SADP contient environ 166 employeurs, avec 16% femmes et 84% des hommes.



CHAPITRE II: PROCÉDÉ DE FABRICATION

I. Matière première

La SADF utilise comme matière première principale le laiton .Il s'agit d'un alliage du cuivre (60 à 70 %) et du zinc (30 à 40 %) et d'autres éléments tels que : le plomb, l'aluminium, le nickel..., ces éléments sont ajoutés en faible proportion pour améliorer certaines propriétés.

Le laiton a une température de fusion de 900 °C.

Ce laiton est caractérisé par :

- ✓ Une très bonne résistance à la corrosion
- ✓ Un alliage relativement malléable à chaud et à froid.



Image 1 : Matière première

II. Chaîne de production

1. Modélisation

Dans la SADF, des modélistes spécialisés élaborent un prototype pour continuer la production à condition qu'il soit accepté. Le dessin de ce prototype se fait sur des feuilles qui seront collées sur des plaques en laiton brutes à traiter.

2. Découpage

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



Image 2 : Découpage manuel



Image 3 : Découpage électrique

3. Gravure

La gravure désigne un ensemble de techniques utilisées en art pour reproduire un dessin, le principe consiste à graver une matrice.



Image 4 : Gravure de dessin traditionnel

4. Repoussage :

Le repoussage est le procédé de mise en forme des pièces produites à partir d'un disque de tôle. Ceci à pour but de fabriquer les articles sous des formes géométriques voulues et désirées. On distingue deux types du repoussage :

- ✓ Manuel.
- ✓ Automatique.



Image 5 : Machine de repoussage

5. Fonderie

Les chutes du laiton provenant de différentes étapes de fabrication sont conduites aux fonderies, Cette fabrication se déroule en trois étapes :

- Fabrication d'une moule approprié à partir d'un sable particulier.
- Fendage des chutes laiton avec quelque gramme d'aluminium.
- Moulage qui consiste à couler l'alliage fondu dans les moules pour fabriquer des pièces de formes souhaitées après refroidissement.



Image 6 : Différents étapes de fonderie

6. Limage

Le limage est l'enlèvement manuel ou mécanique des irrégularités provenant de la fonderie.



Image 7 : Limage manuel

7. Soudure

Elle consiste à assembler les différentes pièces d'un article par chalumeau ou bien des soudures en étain.



Image 8 : Soudure avec un chalumeau

8. Décapage

Le décapage est l'élimination chimique de toutes les traces des impuretés et des couches d'oxydes formées à la surface des objets, ce procédé réalisé par des acides concentrés (acide nitrique ou acide sulfurique).

9. Polissage

Le polissage rend les articles lisses et brillants par des différents matériels tournant à grande vitesse avec une pâte à pâlir.



Image 9 : Comparaison des articles polies et non polies

10. Ravivage

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

11. Contrôle visuelle

Une série du contrôle des pièces articles fabriqués est effectuée avant de les remettre à l'atelier du traitement des surfaces.



Image 10 : Contrôle visuelle

12. Traitement de surface

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.

13. Emballage

L'emballage s'effectue en trois étapes :

- ✓ Equipe de fabrication des emballages: chargée à la fabrication des différents types d'emballage en respectant la forme de l'article.
- ✓ 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.
- ✓ Equipe d'emballage, chargé d'assurer un emballage adéquat pour chaque pièce. Pour protéger ces articles contre les chocs et poussières lors du transport, on utilise l'emballage spécifique exemple : papier blanc fin, sac en plastique, cartons...



Image 11 : Emballage des articles

CHAPITRE III : TRAITEMENT DE SURFACE DU LAITON PAR VOIE ELECTROLYTIQUE

I. Généralité

Un traitement de surface est une opération électrochimique qui a pour conséquence de modifier l'aspect ou la fonction de la surface des matériaux afin de l'adapter à des conditions d'utilisation donnée.

Avant de tout traitement, le nettoyage de surface est une phase essentielle qui a pour objet d'enlever les souillures existant à la surface des pièces. Cette opération est toujours suivie d'un rinçage.

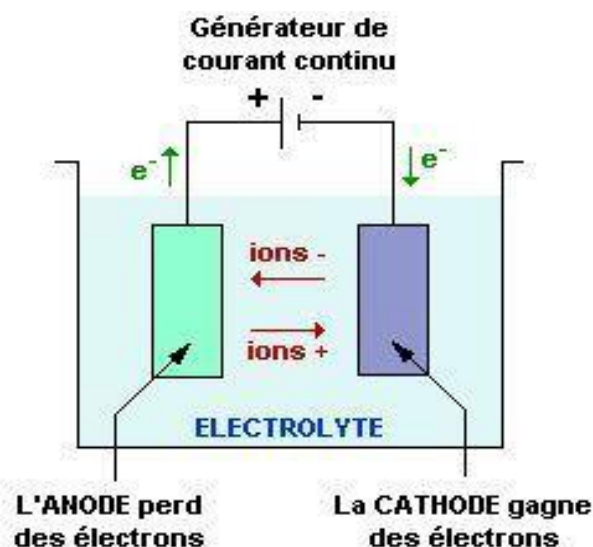
La SADF utilise le dépôt électrolytique, le principe de l'électrolyse utilisé pour appliquer au moyen d'un courant électrique continue, un dépôt métallique, à la surface d'un objet, cette technique permet de réaliser des réactions chimiques grâce à une activation électrique. C'est le processus de conversion de l'énergie électrique en énergie chimique.

II. Electrolyse

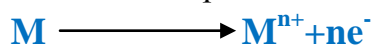
1. Principe

L'électrolyse se réalise dans une cuve contenant un électrolyte dans lequel sont plongées deux électrodes reliées aux bornes d'un générateur de courant continue.

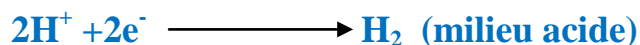
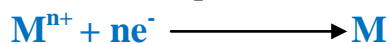
On appelle anode l'électrode reliée à la borne positive du générateur et cathode celle reliée à la borne négative du générateur.



- Les réactions possibles à l'anode :



- Les réactions possibles à la cathode :



Lors de l'électrolyse :

-L'anode est le siège d'une réaction d'oxydation.

-La cathode est le siège d'une réaction de réduction.

L'électrolyse a de nombreuses applications industrielles comme le chromage, la dorure, la galvanoplastie.

2. Condition d'électrolyse

• Température

Si la température de bain augmente, la vitesse de diffusion des ions et la conductibilité du bain augmente aussi, cela accélère le processus du dépôt électrolytique.

• Agitation

Au cours de l'électrolyse, la concentration de l'électrolyte au niveau de la cathode diminue. Il est nécessaire de maintenir une certaine agitation pour uniformiser les concentrations afin d'obtenir un dépôt continu et régulier. D'un autre côté, cela facilite la diffusion des ions.

• pH du bain

Un pH trop grand donne un dépôt mat (qui ne brille pas). Pour éviter ces inconvénients, les solutions d'électrolytes sont maintenues à un pH constant par addition d'une substance tampon. Cela permet d'éviter les modifications de qualité de dépôt qui résulteraient des variations de l'acidité.

• Concentration de l'électrolyse

Si la concentration de l'électrolyte augmente, le nombre des ions devient plus grand et la vitesse de leur décharge croît. Lorsque la concentration dépasse une limite déterminée, le dépôt devient pulvérulent.

3. Equipement de bain

Cuve : sert à protéger contre toutes les attaques corrosives de l'électrolyte car elle est revêtu par le caoutchouc, d'ébonite ou Polyvinyle de chlorure (PVC), les volumes de ces cuves varient suivant leur utilisation.

Chauffage : le traitement de surface nécessite de chauffer car la température agit aussi sur le rendement de la réaction électrochimique qui se fait en solution. Pour cela les cuves de la SADF sont équipées d'un système de chauffage réalisé par des thermostats avec une régulation thermostatique, pour que la température reste constante au niveau de bain. Les thermoplongeurs sont plongés au bout du bain et l'énergie dégagée sous forme de chaleur se conduit par conduction.

Générateur : est la source d'énergie électrique en courant continue, cette énergie sera transformé en énergie chimique. La SADF utilise un générateur potentiostat qui permet d'imposer un courant constant.

Agitation : l'agitation permet d'assurer une meilleure dispersion de la couche à déposer sur la surface de l'article. On peut distinguer deux types :

- Une agitation mécanique
- Une agitation à l'air

Filtration : la filtration se fait grâce à une pompe qui contient le charbon actif pour éliminer les traces des impuretés que ce soit les poussières, des micros organismes. Cette filtration donne une couche de métal propre et lisse déposée sur l'article.

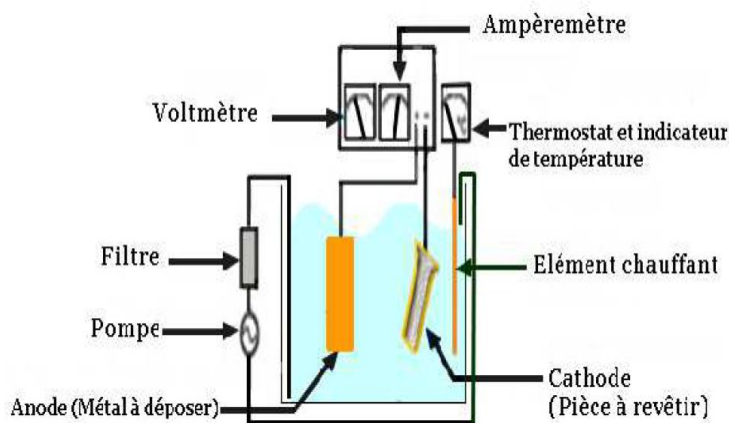


Image 12 : Différents équipement de bain

III. Différentes types de bain d'électrolyse utilisés dans la SADF

1. Dégraissage

a) Mécanisme

Le mécanisme de dégraissage est constitué de deux étapes principales :

• La Détergence

Dans cette étape les tensions actives ont pour objectif de migrer vers l'interface contaminant. Ils permettent une grande mouillabilité des surfaces métalliques par l'eau et favorisent par conséquent le décolllement des contaminants organiques. La tension active est composée d'une extrémité hydrophobe se fixe facilement sur les graisses et hydrophile reste en contact avec l'eau de solution.

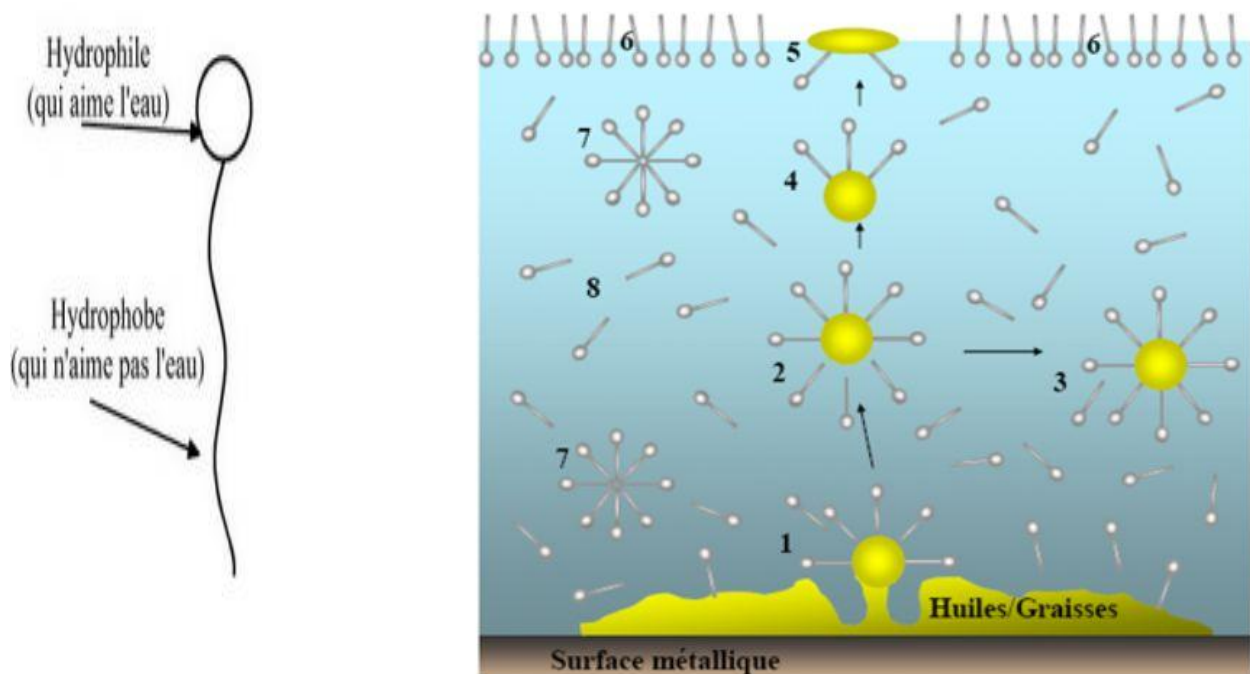
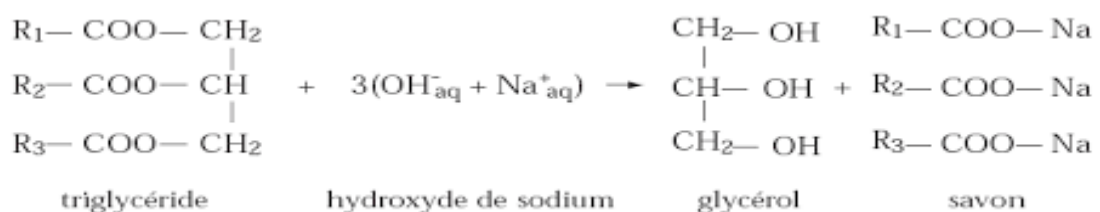


Image 13 : Composition et actions des tensioactifs

• La saponification

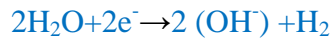
Au cours de la réaction de saponification, des corps gras sont hydrolysés en milieu alcalin par une base généralement de la potasse ou de la soude. L'hydrolyse de corps gras produit de glycérol et sel d'acide gras. Ces composés seront par la suite éliminés par le rinçage.



b) Type de dégraissage

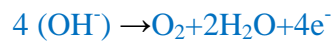
• Dégraissage électrolytique

Le dégraissage électrolytique a pour but de rendre le substrat particulièrement actif. Généralement la pièce à traiter est reliée à la cathode :



Il y a formation des ions OH^- ainsi qu'un important dégagement d'hydrogène qui réduit les oxydes présents sur la pièce. La forte alcalinité qui entoure la pièce exerce une puissante action saponifiante et émulsifiante.

A l'anode :



Il y a formation de l'eau ainsi qu'un dégagement de l'oxygène.

• Dégraissage chimique

Ce type de dégraissage destiné à éliminer le résidu d'huile de faible épaisseur, mais pour la composition est identique par rapport au dégraissage électrolytique.

Tableau 2 : Mode opératoire du bain de dégraissage

Composition de bain	Condition de travail
-Cyanure de sodium NaCN -La soude caustique NaOH -Carbonate de sodium Na_2CO_3 -Phosphore tri sodique Na_3PO_4	-Température ambiante -Densité de courant 10 A/dm^2 -Temps d'immersion : 5 min -Degré baumé de 15 à 17°B -pH=12



Image 14 : Bain de dégraissage

c) Rinçage

Le rinçage consiste à éviter d'amener les traces d'ions provenant de bain précédent qui peuvent altérer le bain suivant.

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



Image 15 : Bain de rinçage

2. Cuivrage

C'est une opération de revêtement de la surface des pièces par du cuivre. Il existe deux types de bain de cuivrage. Leurs compositions et leur milieu sont tout à fait différents où l'un est acide et l'autre est alcalin.

a) En milieu alcalin

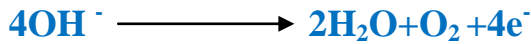
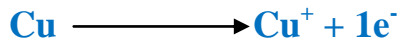
Dans ce bain le cuivre se trouve sous forme monovalente Cu^+ (CuCN), par contre dans le milieu acide (le bain suivant) le cuivre est à l'état divalent Cu^{2+} .

Tableau 3 : Mode opératoire du bain de cuivrage alcalin

Composition de bain	Condition de travail
-Cyanure de sodium NaCN -Cyanure de cuivre CuCN -Additif : <ul style="list-style-type: none">• Ultinale brillante• Ultinale base	-Température : 35 à 40°C -Temps d'immersion 10 min -Densité de courant : 0,5 à 3 A/dm ² -Degré baumé=14°B -pH=11.

➤ Les réactions qui se produisent dans la solution :

A l'anode:



A la cathode :

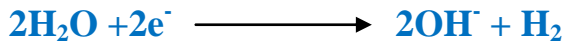
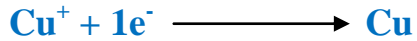


Image 16 : Bain de cuivrage alcalin

b) En milieu acide

La réalisation de dépôt de cuivre en milieu acide est effectuée de la même manière que le bain du cuivre alcalin sauf qu'ici, l'anode est constituée d'une grosse plaque métallique de composition d'une grande quantité de cuivre et une portion de phosphore.

Ce dernier aboutie à la formation des grains très fins ce qui explique l'influence favorablement et la brillante finale.

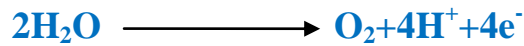
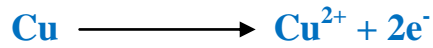
Tableau 4 : Mode opératoire du bain de cuivrage acide

Compositions de bain	Conditions de travail
-Sulfate de cuivre CuSO_4 -Acide sulfurique H_2SO_4 -Additif : <ul style="list-style-type: none"> • Cubrac brillant • Cubrac nivelant • Cubrac base • Mouillant 	-Température : Ambiante -Temps d'immersion de 15 à 20 min - $\text{pH} \leq 4,5$ -Degré baumé de 19 à 25 °B -Densité de courant $2\text{A}/\text{dm}^2$

Remarque :

- ❖ Les agents additifs ont pour rôle d'affiner les grains, d'accroître le nivellement, la dureté et la brillante du dépôt de cuivre.
- Les réactions qui se produisent dans la solution :

A l'anode:



A la cathode:

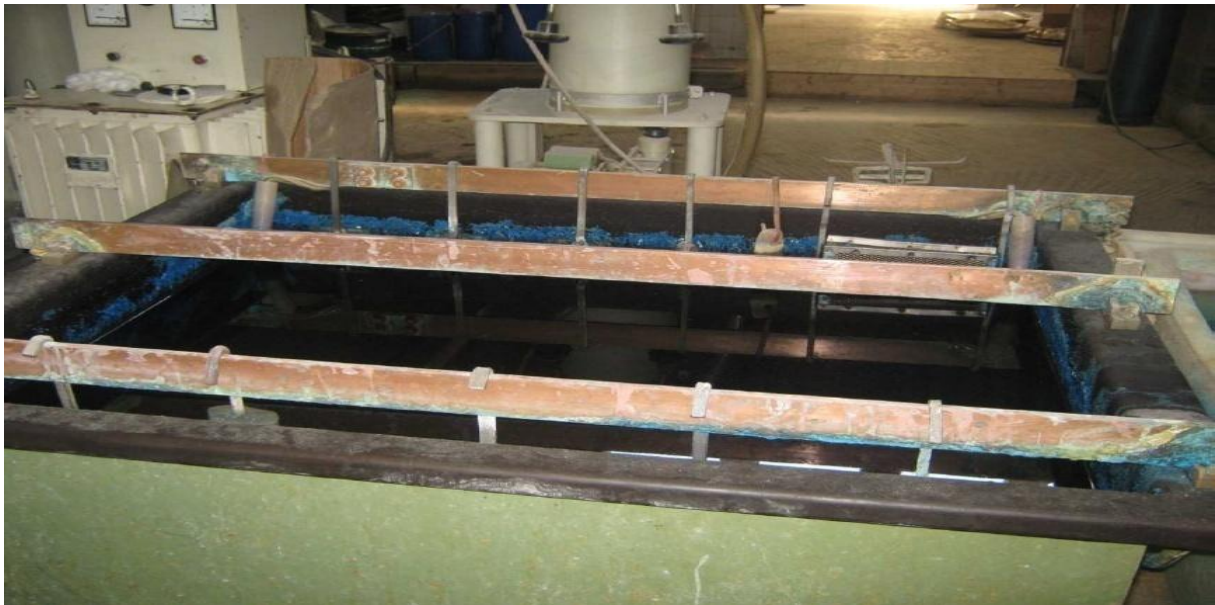
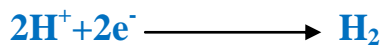
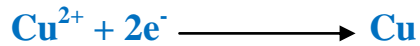


Image 17 : Bain de cuivrage acide

Remarque

- ❖ Dans ce bain on remarque qu'il existe une certaine coloration bleu, cette coloration provient d'une précipitation de hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

3. Nickelage

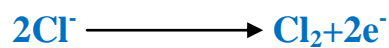
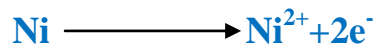
Dans ce bain on accroche tous les articles décoratifs à la barre cathodique et on place à l'anode plusieurs barres du métal de nickel. Lorsque le courant passe, les ions positifs du nickel migrent vers le pôle négatif (articles décoratifs) et se déposent sous forme de couche de métal dont l'épaisseur dépend du temps d'immersion.

Tableau 5 : Mode opératoire du bain de nickelage

Composition de bain	Condition de travail
-Sulfate de nickel NiSO ₂ -Chlorure de nickel NiCl ₂ -Acide borique H ₃ BO ₄ -Additifs : Brillanteur Mouillant Nivelant Purificateur Fixateur	-Température : 60 à 70 °c -Temps d'immersion de 10 à 15 min -pH : 3,8 à 5 -Degré baumé de 25 à 30 °B -Densité de courant : 3 à 5 A/dm ²

➤ Les réactions qui se produisent dans la solution :

A l'anode:



A la cathode:

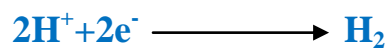
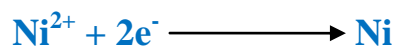


Image 18 : Bain de nickelage

Remarque

- ❖ Les anodes sont constituées de panier en titane contenant des morceaux de nickel, pour éviter que des bouts d'anode détachés migrent dans la solution et contaminent le dépôt, on place les paniers dans des sacs qui vont retenir ces débris tout en permettant la circulation des ions.



Fig 19 : Panier en Titans

- ❖ Dans ce bain on remarque qu'il existe une certaine coloration verte, cette coloration provient d'une précipitation de l'hydroxyde de nickel $Ni(OH)_2$
- ❖ Les boules sertes à garder la chaleur et garder la mauvaise odeur provient de dégagement de dichlore.

4. Pré argenture

Ce bain est utilisé pour déposer une faible couche d'argent pour faciliter plus le dépôt d'argent.



Image 20 : Bain de pré-argenture

Tableau 6 : Mode opératoire du bain de pré-argenture

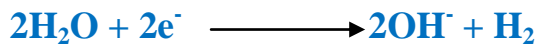
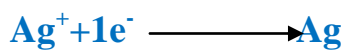
Composition de bain	Condition de travail
-Cyanure d'argent AgCN -Cyanure de potassium KCN -Eau déminéralisé -Anode d'acier inox	-Température : ambiante -Temps d'immersion de 10 à 15 s -pH=11 -Degré baumé de 14 à 17 °B -Densité de courant : 4 à 5 A/dm ²

➤ Les réactions qui se produisent dans la solution :

A l'anode :



A la cathode:



5. Argenture

Le revêtement d'argenture a plus d'importance dans la société à cause de son cout cher et aussi il occupe la couche superficielle pour la plupart des articles, et pour éviter toute contamination dans le bain d'argenture on utilise des anodes d'argent purs et de concentration élevée de sel d'argent.

Ce bain d'argenture permet l'obtention d'un dépôt brillant et très épais, donc la pièce doit être cuivré et nickeler auparavant, l'argent est caractérisé par une bonne résistance à la corrosion et présente une bonne tenue à l'oxydation atmosphérique et à la vapeur d'eau.



Image 21 : Bain d'argenture

Tableau 7 : Mode opératoire du bain d'argenture

Composition de bain	Condition de travail
-Cyanure d'argent AgCN -Cyanure de potassium KCN -Eau déminéralisée -Additifs : <ul style="list-style-type: none">• Selvrium brillanteur• Selvrium base• Selvrium d'argent	-Température : ambiante -Temps d'immersion de 5 à 10 min -pH=12 -Degré baumé de 26 à 35 °B -Densité de courant : 1.5 à 5 A/dm ²

Remarque

- ❖ Les anions SO_4^{2-} , Cl^- , CN^- , OH^- et les cations Na^+ et H^+ sont ajoutés dans les bains pour conduire le courant électrique dans les bains alcalins ou acides à raison de leurs conductivités équivalentes limites qui sont très élevées.
- ❖ L'utilisation d'un densimètre dans les bains permet de mesurer la densité et la concentration de solution, aussi bien l'utilisation de papier pH pour déterminer le pH de solution.



Image 22 : Mesure de concentration



Image 23 : Mesure de pH

6. Séchage

Les pièces bien traitées sont rincées puis séchées à des températures allant jusqu'à 130°C dans le four.



Image 24: Four utilisé dans la SADF

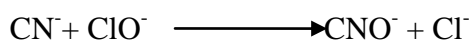
Remarque

Comment se fait le traitement de cyanure ?

L'utilisation de cyanure qui est un composé très toxique dans les bains nécessite un traitement de cette solution après l'utilisation. Pour détruire les cyanures, il faut tout d'abord éviter de travailler en milieu acide.

En présence d'acides, une solution de cyanure produit de l'acide cyanhydrique HCN qui est volatil, et qui donc s'évapore facilement. Le gaz HCN est l'un des pires toxiques connus. Afin d'éviter tout risque d'acidification, on commence par ajouter NaOH.

Mais ensuite on ajoute de l'hypochlorite de sodium NaClO. Cette substance forme des ions hypochlorite ClO⁻ qui oxyde les ions cyanures selon l'équation :



Il se forme des ions cyanates CNO⁻ qui ne sont pas toxique. La SADF utilise l'eau de Javel qui est un mélange de solutions de NaOH , NaClO pour détruire le cyanure.

CHAPITRE IV : APPLICATION DE TRAITEMENT DE SURFACE SUR DES PLAQUES DU LAITON

I. Rendement électrolytique :

Le but de notre application est de savoir le rendement dans différent dépôt (cuivrage, nickelage, argenture), donc le calcul de rendement permet de déterminer l'efficacité d'une synthèse chimique. L'intérêt sera de déterminer les conditions opératoires de l'optimiser pour s'approcher le plus possible à un rendement de 100%.

Les pertes de rendement peuvent avoir divers origines : condition défavorable, présence des impuretés.

Pour pouvoir calculer le rendement, on a traité une plaque de 0.5 dm^2 de surface dans chaque bain de traitement.

La masse expérimentale : $m(\text{exp}) = m(\text{après dépôt}) - m(\text{avant dépôt})$

La masse du revêtement mise en solution par électrolyse est donnée par la loi de Faraday :

La masse théorique : $m(\text{th}) = (I \cdot t \cdot M) / (n \cdot F)$

- I : intensité de courant en (A).
- t : temps d'immersion en seconde.
- n : nombre d'électrons.
- F : constante de Faraday 96500 C/mol
- M : masse molaire du métal en solution g/mol

Le rendement :

$$R = m(\text{exp}) / m(\text{th}) \cdot 100$$

❖ APPLICATION

Le tableau suivant résume les masses des plaques expérimentales dans les différents bains et les masses théoriques et le rendement des dépôts électrolytiques :

Tableau 8 : Rendement cathodique sur des plaques du laiton

Traitement	Conditions opératoire	m(exp) en g	m(th) en g	Rendement
Plaque (A) Cuvrage alcalin	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{dé}=5\text{min}$ • $t_{c.alc}=10\text{min}$ • $T=40^{\circ}\text{C}$ • $I=3\text{A}/\text{dm}^2$ 	0.269	1.185	22.70%
Plaque (B) Cuvrage acide	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{dé}=5\text{min}$ • $t_{c.ac}=20\text{min}$ • $T=\text{Ambiante}$ • $I=2\text{A}/\text{dm}^2$ 	0.419	0.79	53.04%
Plaque (C) Nickelage	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{dé}=5\text{min}$ • $t_{nick}=15\text{min}$ • $T=70^{\circ}\text{C}$ • $I=5\text{A}/\text{dm}^2$ 	0.886	1.368	64.77%
Plaque (D) Argenture	<ul style="list-style-type: none"> • $t_{dé}=5\text{min}$ • $t_{Ag}=15\text{min}$ • $T=\text{Ambiante}$ • $I=1,5\text{A}/\text{dm}^2$ 	0.648	1.49	43.48%

Avec :

$t_{dé}$: temps de dégraissage en (min)

$t_{c.alc}$: temps d'immersion dans le bain de cuivre alcalin en (min)

$t_{c.ac}$: temps d'immersion dans le bain de cuivre acide en (min)

t_{nick} : temps d'immersion dans le bains de Nickel en (min)

t_{Ag} : temps d'immersion dans le bain de l'argent en (min)

I : intensité de courant en (A)

T : température de l'électrolyte en ($^{\circ}\text{C}$)

II. Interprétation des résultats

Les quatre plaques de laiton de 0,5 dm² de surface et 1mm d'épaisseur ont été immergées dans les différents bains pour suivre le rendement et la qualité du dépôt des métaux.

On obtient des dépôts avec des rendements insuffisants, ceux-ci due au :

- Pertes des ions métalliques au niveau des crochets qui lient les articles à la cathode.
- L'effet que la concentration de la solution diminue pendant l'électrolyse.
- L'utilisation d'agitation est rare dans la SADF.
- La température et le pH varient au cours du processus du dépôt.
- L'utilisation d'un matériel archaïque.
- Les redresseurs utilisés ne sont pas contemporains, ils affichent les intensités de courant et les différences de potentiel entre leurs bornes avec des graduations à grande échelle de l'ordre de 10 à 20 A.

✓ Pour trouver des résultats satisfaisants il faut :

- Nettoyer les bains électrolytiques par filtrations continues au charbon actif.
- Déminéraliser l'eau utilisée et le désinfecter par l'eau de javel.
- La concentration du cyanure (dans les bains alcalins) libre doit être bien respectée.
- Prendre en considération des produits purs de brillanters, fixateurs et conducteurs.

✓ Pour améliorer la qualité et le rendement il faut :

- Immerger suffisamment les articles dans le bain de dégraissage.
- Que les solutions soient propres et parfaitement agitées à une température maintenue constante.
- Faire des mesures précises de la masse et du volume des produits.
- Faire des entretiens des bains en respectant les normes exigées.
- Les redresseurs soient automatiques et équipés par des afficheurs électroniques.

CONCLUSION

L'électrolyse représente une méthode relativement bon marché permettant d'améliorer les propriétés des surfaces de pièces conductrices. Afin de les protéger contre la corrosion, d'augmenter leur dureté, tout en effectuant un recouvrement artistique.

Il est à signaler l'absence d'un laboratoire de contrôle et de dosage des substances chimiques présents dans les solutions. Les générateurs utilisés ne sont pas valables, et affichent les intensités du courant et des différences de potentiel avec des graduations à grande échelle de l'ordre de 10 à 20 A.

Il en ressort de cette étude qu'un bon dépôt électrolytique dépend de plusieurs facteurs à maîtriser la variation comme :

- De la concentration
- De la température
- Du pH
- De la densité ou l'intensité de courant de la solution

Enfin, ce stage, de durée d'un mois et demi m'a permis d'enrichir mes connaissances tant théoriques que pratiques et de percevoir le monde industriel par ses services envers sa clientèle.

BIBLIOGRAPHIE

<http://sciences-physiques.ac-montpellier.fr/ABCDORGA/Famille/TENSIOACTIFS.html>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectrolyse>

<http://alain.vassel.pagesperso-orange.fr/electrochimie.htm>

<http://metal-connexion.fr/forum/bain-de-nickelage-par-electrolyse-composition-et-procedes-t1146.html>

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/peau/tensio.html>

Autres rapports de stage

Fiche technique interne de la SADP