

Sommaire

Introduction.....	1
CHAPITRE 1 : Présentation de la société	
I. Historique.....	3
II. Produit et production.....	3
III. Clients de SADP.....	3
IV. Organigramme	4
CHAPITRE 2: Procédé de fabrication	
I. matière première.....	6
II. chaine de production:	
II -1. Modélisation	6
II -2. Découpage	7
II -3. Gravure.....	7
II -4. Repoussage.....	7
II- 5. Fonderie.....	8
II-6. Limage.....	9
II-7. Soudure.....	10
II-8. Décapage.....	10
II-9. Polissage.....	10
II-10. Ravivage.....	10
II-11. contrôle de qualité.....	11
II-12. Traitement de surface.....	11
II-13. Emballage	11
CHAPITRE 3 : Traitement de surface des métaux	
I- Electrolyse :	
I-1-Définition.....	14
I-2-Principe	14
I-3-Equipement du bain d'électrolyse.....	15
II. Le traitement de surface :	

II-1- Dégraissage.....	15
a- dégraissage chimique.....	15
b- dégraissage électrochimique.....	16
II-2-cuivrage.....	17
a- cuivrage en solution alcaline.....	18
b- cuivrage en solution acide.....	19
II-3-Nickelage	20
II-4- argenture.....	21
a- Pré argent.....	21
b- Argenture.....	22
II-5- Rinçage	23
II-6 - Séchage.....	24

CHAPITRE IV : Partie pratique : influence des paramètres

d'électrolyse sur le dépôt

1-Rendement électrolytique.....	26
2-Calcul de la masse déposée et du rendement sur des articles en laiton.....	26
a-Plaque de cuivre acide.....	27
b-Plaque de nickel.....	28
c-Plaque d'argent.....	28
d-Plaque contient à la fois les trois métaux.....	29
3-Interprétations.....	29
Conclusion.....	30

❖ Liste des figures :

Figure 1 : Organigramme de la société SADF.....	4
Figure 2 : principe de l'électrolyse.....	14
Figure 3 : l'action de tensio-actifs.....	16

❖ Liste des images :

Image 1 : La matière première.....	6
Image 2 : découpage manuel.....	7
Image 3 : découpage électrique.....	7
Image 4 : gravure traditionnel.....	8
Image 5 : pièce au cours de déformation.....	8
Image 6 : pièce déformée.....	8
Image 7 : les chutes de laiton.....	9
Image 8 : fendage des chutes de laiton particulier.....	9
Image 9: Les moules d'un sable.....	9
Image 10 : limage manuel.....	10
Image 11 : contrôle de qualité par des spécialistes.....	11
Image 12 : emballage en carton.....	12
Image 13 : emballage en plastique.....	12
Image 14 : le bain de dégraissage.....	16
Image 15 : bain de cuivre alcalin.....	18
Image 16 : bain de cuivre acide.....	19
Image 17 : bain de nickel.....	20
Image 18 : bain de pré argent.....	22
Image 19 : bain d'argent.....	23
Image 20 : bain de rinçage	24

Image 21 : séchage des pièces.....	24
Image 22 : les différentes plaques du laiton traitées.....	26

❖ Liste des tableaux :

Tableau 1 : composition et condition de travail du bain de dégraissage.....	17
Tableau 2 : composition et condition de travail de bain de cuivre alcalin.....	18
Tableau 3 : la composition et les conditions du travail de bain de cuivre acide.....	19
Tableau 4 : la composition et les conditions du travail de bain de nickel.....	21
Tableau 5 : composition et condition du travail de bain de pré-argent.....	22
Tableau 6 : composition et condition du travail de bain d'argent.....	23

Introduction

Les traitements de surface ont pour effet de modifier l'apparence d'une surface (décoration, amélioration de l'aspect), ses propriétés physiques ou/et chimique, afin d'apporter : une tenue à la corrosion, à l'usure, une amélioration du frottement, une résistance à l'oxydation.

En effet, **La Société Des Artisans Dinandiers De Fès (SADF)** est une société qui utilise des procédés de traitement de surface très intéressants et variés lors de la planification et la fabrication d'un article artisanal ou décoratif. Or les dépôts sur la surface du laiton s'effectue en utilisant des bains électrolytiques selon une chaîne bien déterminée par plusieurs types de métaux (par exemple le cuivre, le nickel et l'argent pur), avec des contrôles des bains pour répondre aux normes générales données dans des fiches techniques.

Dans ce rapport je vais discuter sur la description de différentes tâches et missions réalisé au sein de l'entreprise. Je vais traiter le procédé principal utilisé par la SADF « Traitement de surface par voie électrolytique » en illustrant les étapes nécessaire pour fabriquer une pièce artisanale.

Le but de ce stage est de vérifier la rentabilité de dépôt de masse, De décrire les différentes difficultés qui baissent le rendement du dépôt électrolytique

CHAPITRE 1

Présentation de la société

I- Historique :

La création de la Société des Artisans Dinandiers de Fès remonte à 1982. En effet, un groupe de Maîtres-artisans avait pensé mettre 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 beauté, goût et qualité ; sans oublier la prise en considération du côté coût pour qu'il soit abordable par la plupart des clients.

Elle traite en moyenne plus de 400 pièces par jour de différentes formes et tailles (théières, plateaux, etc.) soit l'équivalent d'une surface développée de 45 m²/jour de matière première (feuilles, barres et tubes de laiton).

II- Produit et production :

La SADF est l'une des plus importantes sociétés de Fès spécialisée dans la fabrication des articles artisanaux en utilisant comme matière première soit du boit, laiton ou assemblé de plusieurs matières dans le but de satisfaire les besoins des clients.

III- Clients de SADF :

- Au niveau national : Hôtels, palais royaux, associations ...
- Au niveau international : Emirat Arabes Unies (foires de Dubaï et d'Abu Dhabi), Arabie Saoudite (foires de Riad), Qatar...

IV- Organigramme :

La SADF a un effectif de personnel de 166 personnes avec 16% de femmes et 84% d'hommes.

L'organigramme de la société est représenté selon la figure suivante :

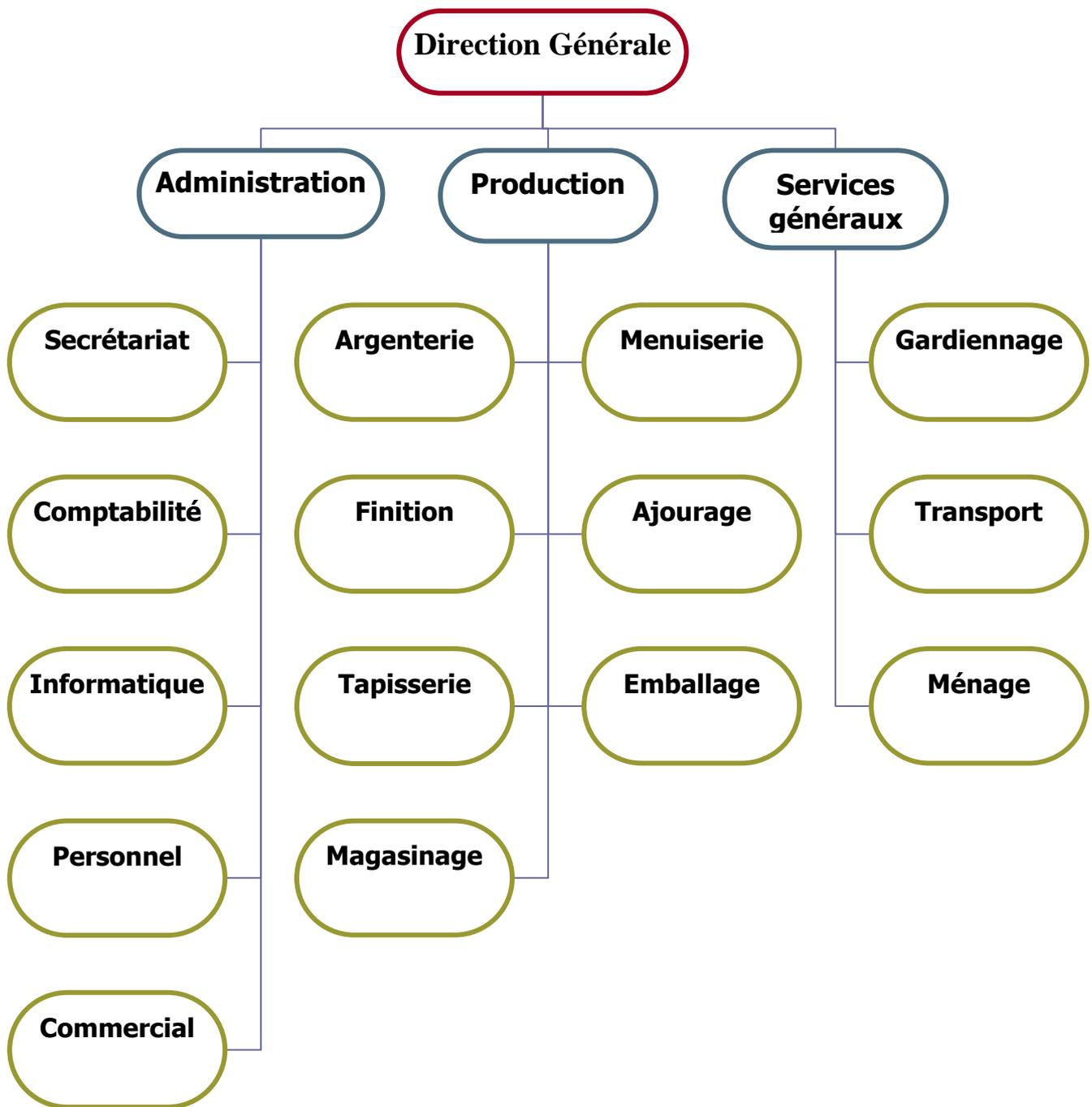


Figure 1 : Organigramme de la société SADF

CHAPITRE II

Procédé de fabrication

I- matière première :



Image 1 : matière première

La SADF utilise comme matière première le laiton; qui est un alliage de cuivre (60-70%) et de zinc (30-40%), et il peut contenir d'autres éléments d'addition comme le plomb, l'étain, le nickel, le chrome et le magnésium, dans des proportions très modérées.

➤ Les propriétés du laiton :

Très bonne résistance à la corrosion. Le laiton est un alliage relativement malléable qui peut être travaillé à chaud comme à froid. Sa résistance à la corrosion ainsi que sa ductilité lui donne un aspect de surface agréable.

II- Chaîne de production :

1- Modélisation :

Au sein de la SADF ; des modélistes spécialisés élaborent un prototype qui sera examiné par des maitres artisans qui peuvent introduire des modifications concernant la forme si nécessaire. Le dessin de ce prototype se fait sur des feuilles qui seront collées sur des plaques en laiton concernées.

2- Découpage :

Après la modélisation ; Les différents prototypes sont tracés sur les plaques du laiton en tenant compte les dimensions mentionnées sur l'exemplaire, ensuite ces plaques sont découpées soit manuellement soit électriquement.



Image2 : découpage manuel



Image3 : découpage électrique

3- Gravure :

La gravure se fait à la main ou à la machine, Dans la SADP la méthode utilisée est la gravure à la main ou « taille directe », qu'elle est une technique traditionnelle. Elle permet à l'artisan d'exécuter directement son œuvre à la dimension et dans la matière définitive, sans l'aide de la machine.



Image 4 : gravure traditionnel

4- Repoussage :

Le repoussage est une technique de travail des métaux par déformation à partir d'un disque de tôle. Le but de cette technique est d'avoir les articles sous des formes géométriques voulues et spécifiques.



Image 5 : pièce au cours de déformation

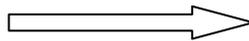


Image 6 : pièce déformée

5- Fenderie :

La fenderie est un procédé de formage des métaux à partir des chutes du laiton provenant de différentes étapes de fabrication, Cette fabrication se déroule en trois étapes :

- Fabrication d'une moule appropriée 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 7 : les chutes de laiton



Image 8 : fendage des chutes de laiton particulier



Image 9: Les moules d'un sable

6- Limage :

Le limage est destiné à donner une forme précise à une pièce provenant de la fenderie qui contient souvent des irrégularités qui nécessitent des corrections soit manuellement ou mécaniquement.



Image 10 : limage manuel

7- Soudure :

C'est un procédé d'assemblage de pièces provenant de limage et de la fenderie par des soudures en étain.

8- Décapage :

Le décapage est l'une des opérations de traitements de surface, or la fonction principale de cette opération routinière concerne l'élimination d'une couche d'oxydes superficiels, et de l'élimination de revêtements anciens, qu'ils soient organiques (décapage des peintures) ou métalliques (démétallisation sélective). Ce procédé peut être réalisé par des acides concentrés (acide nitrique ou acide sulfurique).

9- Polissage :

Le polissage ou poli est l'action de polir, de rendre les articles lisses et éventuellement brillants, ce procédé est effectué par des brosses montées sur des machines tournantes à grande vitesse.

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 de qualité :

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



Image 11 : contrôle de qualité par des spécialistes

12- Traitement de surface :

La SADF utilise l'électrolyse comme procédé de traitement de surface, son rôle est :

- Déposer une couche d'un métal sur un article artisanal.
- Améliorer la tenue et la présentation des matériaux.
- Combattre et prévenir la corrosion et l'usure des matériaux.

Les pièces fabriquées subissent un traitement par plusieurs bains

- ❖ Bain de dégraissage.
- ❖ Bain de cuivrage alcalin.
- ❖ Bain de cuivrage acide.
- ❖ Bain de nickelage.
- ❖ Bain de pré argentage.
- ❖ Bain d'argentage.

13- Emballage :

Avant d'emballer les articles il faut s'assurer ces derniers soient dépourvus des défauts ; cette étape est réalisée par une équipe spécialisée, après on utilise un emballage spécifique (papier blanc fin, sac en plastique, cartons...) pour protéger ces articles contre les chocs et poussières lors du transport.



Image 12 : emballage en carton



Image 13 : emballage en plastique

RapportGratuit.com

Chapitre III

Traitement de surface des métaux

I- Electrolyse :

1- Définition :

L'électrolyse est un processus d'échange au cours duquel l'énergie électrique est transformée en énergie chimique. La réaction a lieu dans une solution d'eau salée: l'électrolyte. Les ions doivent pouvoir circuler librement dans l'eau pour passer d'une électrode à l'autre.

2- Principe :

Les deux électrodes sont reliées par l'électrolyte et par un générateur de courant électrique. La cathode est le siège d'une réduction et, l'anode le siège d'une oxydation.

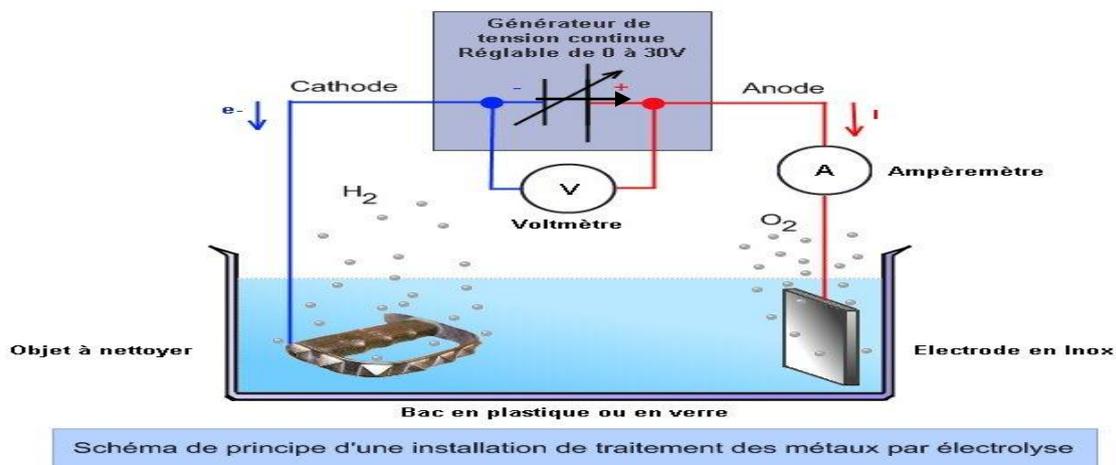
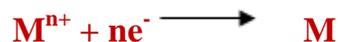


Figure 2 : principe de l'électrolyse

➤ Les réactions possibles à l'anode sont :



➤ Les réactions possibles à la cathode sont :



3- Equipement du bain d'électrolyse :

- **Bains :** les bains doivent être revêtus intérieurement de caoutchouc, de PVC...

- **Chauffage** : les cuves doivent être équipées d'un système de chauffage, avec régulation thermostatique.
- **Générateur** : est un convertisseur destiné à alimenter une charge qui nécessite de l'être par une tension ou un courant continu à partir d'une source alternative.
- **Les électrodes** : Le choix des électrodes est réparti selon les bains dont aussi l'objectif de l'électrolyse doit prendre en compte.
- **Système d'Agitation** : est effectuée : mécaniquement, par vibration des articles sans agiter la solution ou bien par barbotage de la solution.
- **Système de Filtration** : une filtration en continu de l'électrolyte sur charbon actif est préconisée (le charbon actif doit être renouvelé fréquemment)

II- Traitement de surface :

1- Dégraissage :

Le rôle de cette opération est primordial, c'est elle qui va conditionner la qualité du traitement final. L'opération de dégraissage est essentielle pour rendre la surface physiquement propre des poussières et des graisses, elle s'effectue dans un bain électrolytique.

Il existe deux modes de dégraissage :

a- Dégraissage chimique :

Ce type de dégraissage utilise des produits chimiques pour nettoyer l'aspect extérieur de la pièce.

Il met en jeu la présence **d'une base alcaline** ; dont La forte Alcalinité (-OH) exerce un effet saponifiant, ainsi la présence **des tensio-actifs** organiques complexes qui sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles présentent deux parties de polarité différente, l'une lipophile (qui retient les matières grasses) et apolaire, l'autre hydrophile (miscible dans l'eau) et polaire.

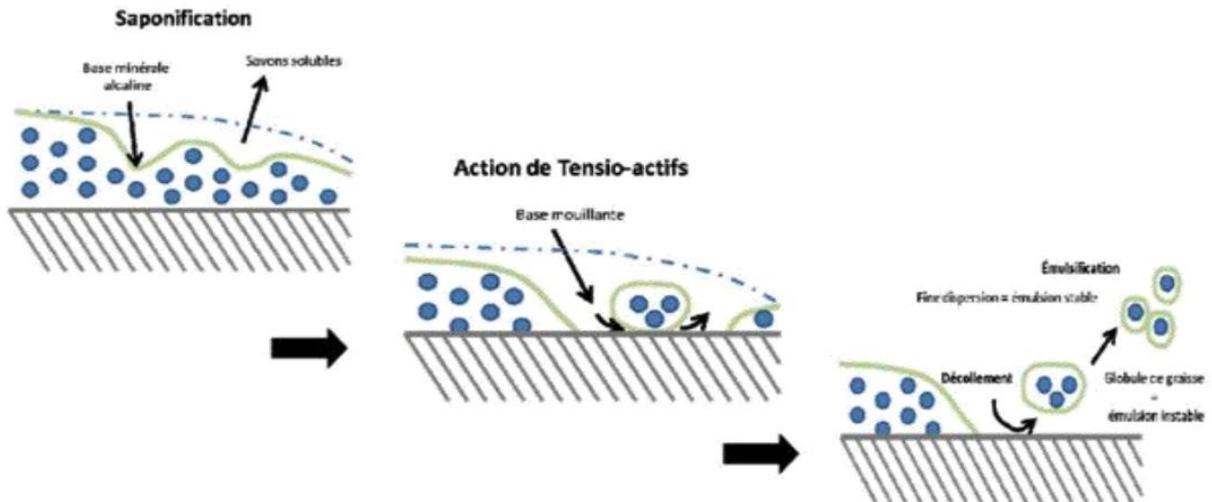


Figure 3 : l'action de tensio-actifs

b- Dégraissage électrochimique :

Le principe de dégraissage électrochimique est le même que le dégraissage chimique ; on opère par les mêmes produits sauf dans ce cas on ajoute un redresseur qui va donner un courant électrique continu à la solution à travers des électrodes.

A la SADP tout le bain de dégraissage est utilisé comme cathode d'acier inoxydable et les pièces à traiter comme anode.



Anode

Cathode

Redresseur

Image 14 : le bain de dégraissage

➤ Les réactions qui se produisent dans la solution sont :

Sur la cathode :



Sur l'anode :



Le bain de dégraissage est composé de :

- ✓ **La soude caustique NaOH** : C'est la matière première la plus utilisée pour apporter de l'alcalinité ou causticité. elle apporte une réserve d'alcalinité permettant la neutralisation des acides gras et leur saponification.
- ✓ **Carbonate de sodium Na₂CO₃** : Il est utilisé comme détergent d'une part pour son alcalinité et d'autre part facilite la filtration.
- ✓ **Phosphate tri-sodique Na₃PO₄** : il possède un excellent pouvoir dispersant et il améliore le rinçage des détergents en général ainsi qu'il est un très bon agent tampon.

Les conditions opératoires sont regroupées dans le tableau suivant :

Composition	Condition de travail
<ul style="list-style-type: none"> • La soude caustique NaOH • Cyanure de sodium NaCN • Phosphate tri sodique Na₃PO₄ • Carbonate de sodium Na₂CO₃ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH=12 • 5 à 10 minutes • Température ambiante • Le courant de 10 A ou plus • Baumé de 15 à 17 degré

Tableau 1 : composition et condition de travail du bain de dégraissage

Remarque :

Aréomètre Baumé : Instrument permettant de mesurer la concentration d'un liquide ou la densité d'une solution, dont l'unité de mesure est le degré de Baumé.

2-Cuivrage :

Le cuivrage est une opération de revêtement de la surface des pièces par du cuivre. Il existe deux procédés de bains de cuivrage. Leurs compositions, leur rendement cathodique, sont différents où l'un est acide et l'autre est alcalin.

❖ Cuivrage en solution alcaline

❖ Cuivrage en solution acide

a- Cuivrage en solution alcaline :

La composition du bain et les conditions du travail sont représentés dans le tableau suivant :

La composition	Condition du travail
- Cyanure de cuivre (40 à 80/l) - Cyanure de sodium (60 à 70g/l) - Soude caustique (5g/l) -Aditifs: brillanteur, base et mouilleur -Anode en cuivre ensachée en paniers -Sel N° 11(comme un conducteur)	-Température : 35 à 40°C -Temps de travail : 2 à 5min -pH : 11 -degré baumé : 14° -densité de courant : 0,5 à 3A/dm ² -filtration par charbon actif

Tableau 2 : composition et condition de travail de bain de cuivre alcalin



Image 15 : bain de cuivre alcalin

❖ Les réactions qui se produisent

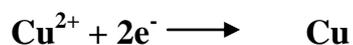
- **A l'anode : on obtient à la fois une oxydation des plaques de cuivre et oxydation de l'eau.**



Remarque :

On ajoute les additifs au bain pour retarder le dégagement d'oxygène dans le but d'avoir un bon rendement.

- **A la cathode : on obtient un dépôt de cuivre sur la surface des pièces.**



b- Cuivrage en solution acide :

La composition du bain et les conditions du travail sont représentés dans le tableau suivant :

La composition	Condition du travail
<ul style="list-style-type: none">-Sulfate de cuivre CuSO_4-Acide sulfurique H_2SO_4-Volume=600L-Additifs :<ul style="list-style-type: none">• CUBRAC brillant.• CUBRAC nivelant.• CUBRAC base.	<ul style="list-style-type: none">-Température : Ambiante.-Densité de courant $2\text{A}/\text{dm}^2$-Temps de traitement : 15 à 20 min.-pH $\leq 4,5$-Degré baumé : 19 à 25-Densité de courant : $2\text{A}/\text{dm}^2$.

Tableau 3 : la composition et les conditions du travail de bain de cuivre acide

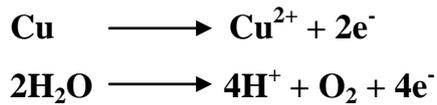


Image 16 : bain de cuivre acide

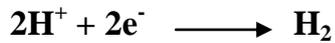
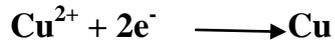
Le dépôt de cuivre dans ce milieu est effectué de la même manière que celle du milieu basique. Ici, l'anode est constituée de grosse plaque de cuivre à une portion de phosphore, ce bain donne un aspect beaucoup plus décoratif ; car la présence de phosphore favorise la formation des grains très fins et de ce fait influence favorablement la brillance final.

❖ Les réactions qui se produisent

- A l'anode :



- **A la cathode :**



Remarque:

On observe un précipité **bleu** au bord des plaques provient de précipitation de l'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

2- Nickelage :

Le nickel se caractérise par Sa haute résistance à la corrosion et à l'usure, son pouvoir lubrifiant. Pour réaliser en général un dépôt d'argent sur un acier, il faut d'abord cuivrer et nickeler la pièce auparavant, l'argent se dépose facilement sur le nickel.

Le nickelage s'effectue en fixant toutes les pièces à traités sur la barre cathodique au milieu. L'anode est constituée d'une grosse plaque métallique en nickel pour récompenser les pertes des ions Ni^{2+} déposés.



Cathode

boule
en plastique

Plaque de nickel
Dans un sac thermovyl

thermoplongeur

Image 17 : bain de nickel

La composition du bain et les conditions du travail sont représentés dans le tableau suivant :

La composition	Condition du travail
-Sulfate de nickel NiSO ₄ 300 g/l. -Chlorure de nickel NiCl ₂ 80 g/l. -Acide borique H ₃ BO ₄ 48 g/l. -Additifs : Fixateur. Brillanteur. Mouillant. Nivelant. -Purificateur R1 et R2.	-Température : 60°C à 70°C -Temps de traitement : 10 à 15 min -pH : 3,8 à 5 -Densité de courant : 3 à 5 A/dm ² . -Filtration par charbon actif. -Agitation mécanique.

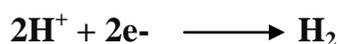
Tableau 4 : la composition et les conditions du travail de bain de nickel

❖ Les réactions qui se produisent :

à l'anode :



A la cathode :



Remarque :

- ✓ L'acide borique joue un rôle de tampon du pH
- ✓ le chlorure de nickel fournit des ions De chlorure qui assurent une bonne dissolution des anodes et augmente la conductivité de l'électrolyte
- ✓ précipitation d'hydroxyde de nickel Ni(OH)₂.

3- argenture :

a- pré-argent :

Il permet de flasher la surface et de la préparer pour le dépôt d'argent

La composition du bain et les conditions du travail sont représentés dans le tableau suivant :

La composition	Condition du travail
Cyanure de potassium 150 g/l.	Courant très fort.
Cyanure d'argent 14 g/l.	t=5 à 10 sec
Anode inox.	filtration par charbon actif.
Eau déminéralisé.	degré Baumé =14

Tableau 5 : composition et condition du travail de bain de pré-argent



Image 18 : bain de pré argent

❖ Les réactions qui se produisent :

- à l'anode :



- à la cathode :



b- argenture :

Les dépôts électrolytiques d'argent sont blancs, tendres, de très bonne soudabilité et de conductibilité thermique et électrique excellentes. Ils permettent d'assurer simultanément une bonne protection contre la corrosion.

La composition du bain et les conditions du travail sont représentés dans le tableau suivant :

La composition	Condition du travail
-Cyanure d'argent (30 à 40g/l) -Cyanure de potassium (150 à 170g/l) -Anode d'argent + Anode d'acier inox -Additifs : Brillanteur, Nivelant, Base -Eau déminéralisée	-Température : ambiante -Temps de traitement : 5 à 10min -pH : 12 -degré baumé : 26 à 32° -densité de courant : 1,5 à 5A/dm ² -filtration par charbon actif -agitation mécanique

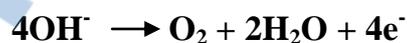
Tableau 6 : composition et condition du travail de bain d'argent



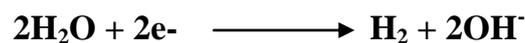
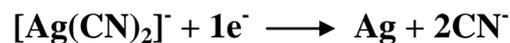
Image 19 : bain d'argent

❖ Les réactions qui se produisent sont

• A l'anode :



• A la cathode :



4- Rinçage :

Les changements du milieu entre ces bains pour une pièce, s'influence négativement sur les compositions des bains, pour cela il faut passer par l'étape de rinçage pour appliqués ces changements.



Image 20 : bain de rinçage

5- Séchage :

Les pièces vont à la fin séchées à des températures allant jusqu'à 130°C dans le four.



Image 21 : séchage des pièces

CHAPITRE IV

Partie pratique : Influence des paramètres d'électrolyse sur le dépôt

Ce travail a été réalisé dans un contexte à réaliser certains tests de vérification de la fiabilité de processus d'électrolyse. Dans cette partie on va calculer la masse déposée sur chaque plaque du laiton et le rendement du dépôt pour chaque bain de traitement soit le bain de cuivre acide, nickel, d'argent et une plaque immergée dans tous les bains dans les mêmes conditions et les temps d'immersion.

1- Rendement électrolytique :

Le calcul du rendement permet de déterminer l'efficacité d'une synthèse chimique, et de déterminer des conditions opératoires permettant de l'optimiser pour s'approcher le plus près possible de 100%.

On peut calculer le rendement selon la formule suivante :

$$R = \frac{m_{ex}}{m_{th}} \times 100$$

2- Calcul de la masse déposée et du rendement sur des articles en laiton :

Notre étude est portée sur quatre plaques du laiton d'une surface de 0.25dm² et 1mm d'épaisseur, préalablement polie, dégraissée et revêtus par les différents métaux utilisés par la société.

L'image suivante présente les différentes plaques du laiton traitées :



Image 22 : les différentes plaques du laiton traitées

Le dépôt dans l'électrolyse dépend de la quantité d'électricité imposée dans les bains qui est déterminée en appliquant la loi de Faraday :

$$Q = \frac{n \times F \times m_{th}}{M} \quad \text{alors} \quad m_{th} = \frac{Q \times M}{n \times F}$$

Sachant que :

$I = \frac{dq}{dt}$ donc $Q = I \times t$ car on travaille par un courant continu on peut le considérer constant, donc :

$$m_{th} = \frac{I \times t \times M}{n \times F}$$

Avec :

I : intensité de courant en (A)

t : temps d'immersion en (s)

m_{th} : masse théorique en (g)

n : nombre d'électrons

F : constante de Faraday 96500 c/mol

M : masse molaire du métal en solution g/mol

Concernant la masse expérimentale on peut la calculer selon la formule :

$$m_{ex} = m_{\text{apres depot}} - m_{\text{avant depot}}$$

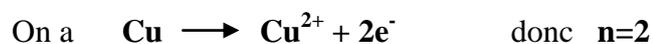
a- Plaque de cuivre acide :

On a immergé cette plaque pendant 10 minutes dans le bain de cuivre acide à un courant de 2A/0,25dm².

-la masse expérimentale obtenue :

$$m_{ex} = 21,40 - 21,29 = 0,11 \text{ g}$$

-le nombre d'électrons :



-la masse théorique calculée :

$$m_{th} = \frac{2 \times 10 \times 60 \times 63,5}{2 \times 96500} = 0,39 \text{ g}$$

-le rendement :

$$R = \frac{0,11}{0,39} \times 100 = 28\%$$

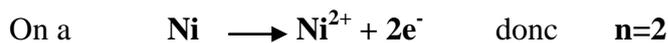
b- Plaque de nickel :

On a immergé cette plaque pendant 20 minutes dans le bain de nickel à un courant de 2,5A/0,25dm².

-la masse expérimentale obtenue :

$$m_{ex} = 21,82 - 21,29 = 0,53 \text{ g}$$

-le nombre d'électrons :



-la masse théorique calculée :

$$m_{th} = \frac{2,5 \times 20 \times 60 \times 58,6}{2 \times 96500} = 0,91 \text{ g}$$

-le rendement :

$$R = \frac{0,53}{0,91} \times 100 = 58,2\%$$

c- Plaque d'argent :

On a immergé cette plaque pendant 15 minutes dans le bain de nickel à un courant de 0,5A/0,25dm².

-la masse expérimentale obtenue :

$$m_{ex} = 21,55 - 21,29 = 0,26 \text{ g}$$

-le nombre d'électrons :



-la masse théorique calculée :

$$m_{th} = \frac{0,5 \times 15 \times 60 \times 107,8}{1 \times 96500} = 0,50 \text{ g}$$

-le rendement :

$$R = \frac{0,26}{0,5} \times 100 = 52\%$$

d- Plaque contient à la fois les trois métaux :

Cette plaque a été immergée dans tous les bains avec les mêmes conditions et aussi les mêmes temps d'immersion.

-la masse expérimentale obtenue :

$$m_{ex} = 21,78 - 21,29 = 0,49 \text{ g}$$

-la masse théorique calculée :

$$m_{th} = m_{th}(\text{cuivre}) + m_{th}(\text{nickel}) + m_{th}(\text{argent})$$
$$m_{th} = 0,39 + 0,91 + 0,50 = 1,8 \text{ g}$$

-le rendement :

$$R = \frac{0,49}{1,8} \times 100 = 27\%$$

3- Interprétations :

- Pour la plaque de nickel et la plaque d'argent, on a obtenu un bon rendement, ainsi que les résultats sont conformes aux normes de la société.
- On peut dire que la plaque de cuivre acide et la dernière plaque qui contient les trois métaux ont un faible rendement ; ceci est dû :
 - Les redresseurs utilisés ont des graduations à grande échelle de l'ordre de 10 à 20 A ceci rend leurs réglage difficile.
 - Utilisation des matériels anciens.
 - La concentration de la solution qui diminue pendant l'électrolyse.
 - L'absence d'agitation en continue.

-pour améliorer le rendement et le dépôt :

- L'utilisation des redresseurs avec des afficheurs électroniques.
- Le Nettoyage les bains électrolytiques par filtration en continu au charbon actif.
- Maitriser la concentration de la solution électrolytique.
- Immerger suffisamment les articles dans le bain de dégraissage.

Conclusion

Au cours de ce travail, nous avons montré l'intérêt de traitement et revêtement de surface par voie électrolytique et leur importance dans l'amélioration des propriétés des produits métalliques.

Au cours de cette étude, il s'est avéré qu'un bon dépôt électrolytique dépend de plusieurs facteurs comme la concentration, le prétraitement du métal, le pH de l'électrolyte, la température, la densité de courant, de la solution et l'ajout des brillanters.

Il faut signaler que la SADP ne dispose pas d'un laboratoire d'analyse, et ne dispose pas de matériels pour permettre d'afficher les valeurs précises de courant par les redresseurs (vu que les valeurs de courant sont proportionnelles à la surface des pièces à traiter).

Les rendements faibles montrent que la méthode d'électrolyse utilisée par la SADP reste une méthode non précise, mais utilisable.

Un matériel de précisions, et un laboratoire de contrôle et de mesure donneront sûrement des résultats satisfaisants.