



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Traitement de surface par voie électrolytique

Présenté par :

♦ Monkari Mohammed

Encadré par :

♦ Mr chnouni khamar (SADF)
♦ Pr J.Hazm (FST)

Soutenu Le XX Juin 2014 devant le jury composé de:

- Pr A.Lhassani
- Pr F.khalil
- Pr J.Hazm

Stage effectué à SADF

Année Universitaire 2013 / 2014

Remerciement

*Au terme de ce travail, je tiens à remercier mon professeur M. J. Hazem
Pour son entière collaboration et sa disponibilité, ainsi que pour son soutien
Méthodologique.*

*Je remercie très sincèrement l'ensemble des membres du jury qui ont accepté
d'évaluer mon travail*

*Je voudrais également rendre un hommage particulier au corps professoral et
l'équipe pédagogique du « département de chimie » pour les efforts qu'ils
déployent pour nous former, pour nous assister et nous encadrer tout au long de
notre cursus ainsi que la réussite de cette licence.*

*Mes remerciements s'adressent également à ma famille dont le soutien moral m'a
été précieux.*

Dédicaces

Je dédie ce mémoire de fin d'étude

À

Mes très chers parents

En témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts

qu'ils ont faits pour mon éducation ainsi que ma formation

À

Toute ma famille

Pour leur affection, compréhension et patience

À

Tous ceux qui ont une relation de proche ou de loin avec réalisation de cette licence.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Présentation de la SADF.....	2
I. Historique.....	3
II. Structure de la société SADF.....	3
III. Clients.....	4
IV. Processus de fabrications des produits.....	4
Matière première.....	4
Modélisation.....	5
➤ Découpage.....	5
➤ Gravure.....	5
➤ Repoussage.....	5
➤ Fonderie.....	5
➤ Limage.....	5
➤ Soudure.....	6
➤ Décapage.....	6
➤ Polissage.....	6
➤ Contrôle de qualité.....	6
➤ Ravivage.....	6
➤ Traitement de surface.....	6
➤ Emballage.....	6
 <u>Chapitre II : Processus de traitement de surface adopté par la SADF.....</u>	<u>7</u>
Généralités.....	8
Définition de l'électrolyse.....	9
Les paramètres influençant sur l'électrolyse.....	10
Les détails des traitements de surface utilisée par SADF.....	10
Dégraissage.....	10
Le milieu électrolytique de dégraissage.....	10
Dégraissage électrolytique.....	11
Mécanisme du dégraissage électrolytique.....	11
Saponification.....	12
Action des tensioactifs.....	12
Constitution de bain (utilisé par SADF)	12
➤ Rinçage.....	13
➤ Cuivrage.....	14
➤ Cuivre alcalin.....	14
➤ Cuivre acide	15
➤ Nickelage.....	17
➤ Argenture.....	...
...18	
➤ Le bain de Pré argenture.....	18
➤ Le bain d'Argenture.....	19
➤ Le mode opératoire du rinçage.....	20

Applications.....	20
Calcule de la masse déposée et du rendement sur des articles en laiton.....	20
Estimation de la masse déposée sur une plaque de laiton.....	22
➤ Plaque Cu Al.....	22
➤ Plaque Cu AC.....	22
➤ Plaque Ni	23
➤ Plaque Ag	23
La cinquième plaque notée G.....	23
Interprétation des résultats.....	24
Conclusion.....	25

INTRODUCTION.

La **Société des Artisans Dinandiers de Fès** a pour mission de suivre le processus de traitement de la surface des articles en métal et d'étudier leur qualité finale. Selon les besoins des clients, on obtient une surface d'aspect, de couleur et de propriété bien déterminés qui peuvent varier en fonction de la chaîne de production et des modifications des propriétés physicochimiques.

Les dépôts sur laiton par électrolyse (galvanoplastie) sont effectués « au sein de la **SADF** en utilisant des bains électrolytiques selon une chaîne bien déterminée » par plusieurs types de métaux (à titre d'exemple le cuivre, le nickel et l'argent pur), avec des contrôles des bains pour répondre aux normes générales données dans les fiches techniques.

La **galvanoplastie** en général est une méthode simple pour transformer et améliorer l'aspect d'une surface métallique

Le but de ce stage est de suivre cette méthode et de vérifier la rentabilité du dépôt de masse, de décrire les différentes compositions des bains électrolytiques et leurs constitutions. Ces études sont effectuées sur cinq plaques du laiton témoins de 0,6 dm². Ces plaques ont subi les traitements de propreté, de lissage et de dépôt dans les bains électrolytiques successifs.

Les contrôles sont suivis par : la mesure de pH, de densité et de la concentration. Ils sont comparés aux normes recommandées. Le présent rapport du projet de fin d'étude est structuré en deux chapitres dont le premier sera consacré à la présentation de la SADF et dont le deuxième exposera le processus de traitement de surface.

Chapitre I :

Présentation de la SADF.

Chapitre I : PRESENTATION DE LA SADF

I) Historique.

La société des Artisans Dinandiers de Fès se révèle sous l'abréviation SADF. Créée en 1982, son activité principale est la fabrication d'articles de décoration à partir du métal, argent, laiton, cuivre et s'est spécialisée dans l'art de la table, l'aménagement des résidences et hôtels en créant des luminaires, des tables, de plateaux, théières, coffrets etc.

Consciente que la recherche et l'innovation sont primordiales dans ce secteur d'activité, SADF s'est préoccupé de la rénovation et de la création, en préservant un cachet traditionnel marocain et en le mariant avec un style contemporain.

En effet, un groupe de maîtres artisans avait pensé de 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 et sans oublier la prise en considération du côté coût pour qu'il soit abordable par la plupart des clients.

II) Structure de la société SADF.

La SADF est formée de 166 personnes avec 16% de femmes et 84% d'hommes.

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

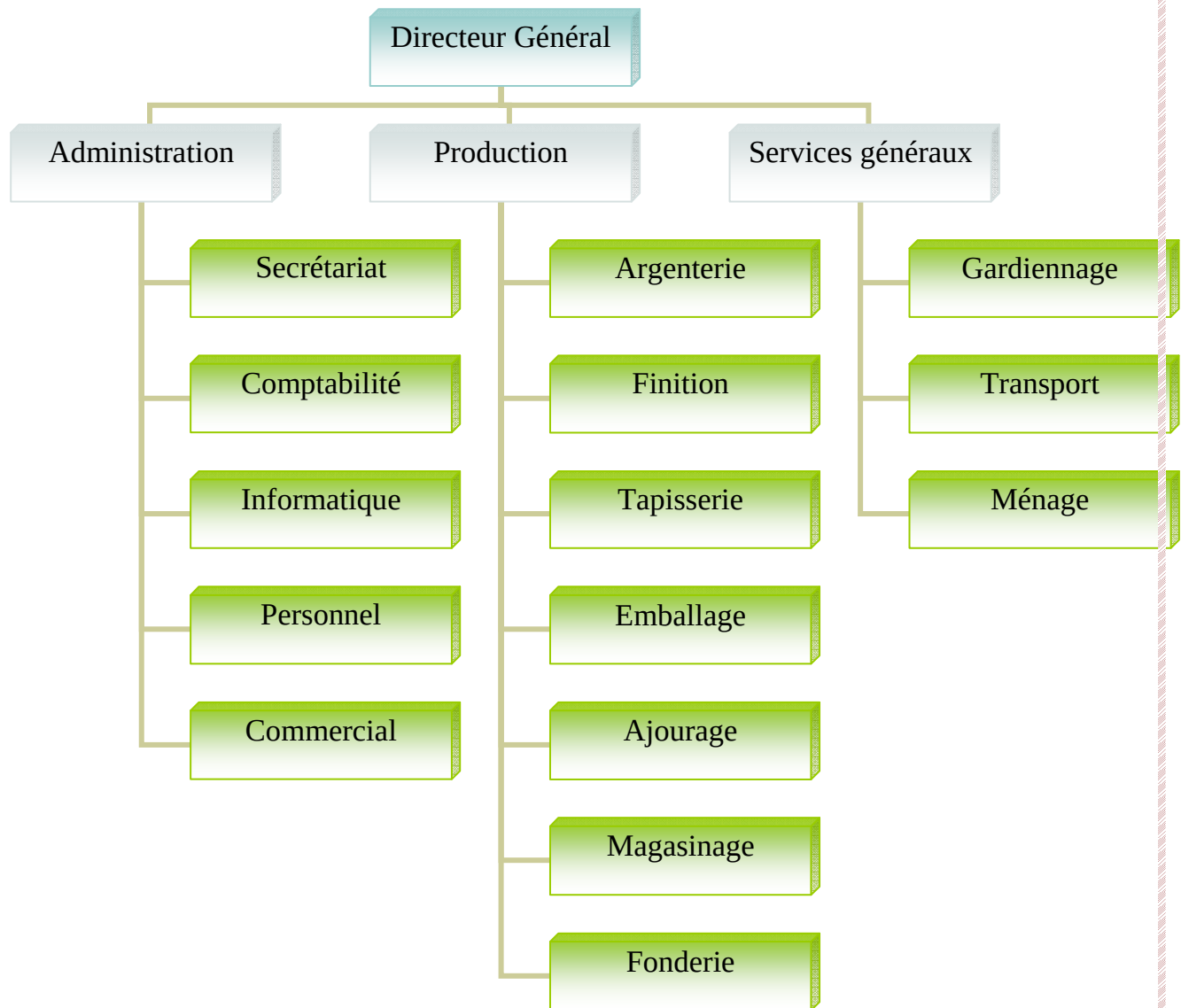


Figure 1 : Organigramme de la SADP

III) Clients :

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

- Clients nationaux : Etablissement étatique, Palais royaux,
- Clients internationaux : Emirat Arabie (Dubai), Arabie saoudite,

VI) Processus de fabrications des produits :

• Matière première

La matière première utilisée par la SADP est le laiton. Ce dernier est un alliage à base de cuivre (60 à 70%) et de zinc (30 à 40%), et éventuellement d'autres éléments tels que : le plomb, l'aluminium, le nickel ..., qui sont ajoutés en faible proportions afin d'améliorer certaines propriétés.

1. Modélisation

La modélisation des articles est élaborée par des modélistes spécialisés sous forme d'exemplaires. Avant la validation du prototype, le modèle est transmis au service de production où il sera examiné par plusieurs maîtres artisans qui peuvent exiger des modifications, si nécessaire, afin que le modèle prenne l'aspect souhaité. Cet échantillon représente le modèle à suivre pour la chaîne de fabrication.

2. Découpage

Les formulaires requis de différentes pièces de l'article sont tracés sur les plaques de laiton en tenant compte des dimensions mentionnées sur l'exemplaire. Ensuite, ces plaques sont découpées par un ciseau électrique.

3. Gravure

La 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 forme de copeaux. En effet, la gravure repose sur la compétence des maîtres artisans qui exécutent les motifs décoratifs dessinés sur les surfaces de plaque de laiton. Ces motifs représentent la beauté et l'originalité des produits artisanaux marocains.

4. Repoussage

Le repoussage est un procédé de mise en forme des pièces produites à partir d'un disque de tôle.

On distingue deux types de repoussage :

- repoussage manuel : ceci est réalisé à l'aide d'un moule pour que chaque pièce découpée prenne sa forme souhaitée. Il est facilité par un chauffage à haute température et nécessite un effort humain important.
- repoussage automatique : nécessite des particuliers pour les articles plats. Il est réalisé à l'aide d'une machine presse.

5. Fonderie

Les chutes de laiton provenant des différentes étapes précédemment sont conduites à la fonderie pour reproduire un article désiré.

6. Limage

Les pièces provenant de la fonderie contiennent des irrégularités qui nécessitent des corrections à l'aide d'une machine pour donner aux bords de la pièce la forme demandée.

7. soudure

Elle consiste à assembler les différentes pièces provenant du limage et de la fonderie. Cette fixation se réalise par des soudures en étain.

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, par les acides forts et concentrés.

9. Polissage

Le polissage mécanique produit une surface moulée amorphe sous l'influence d'une pression et de température locale élevée. Chaque composant est travaillé à la bande abrasive, puis poli à l'aide d'une pâte à l'éméri appliquée sur des disques de tissu, qui permet de retirer les traces légères et d'obtenir une finition de polissage de qualité élevée.

10. contrôle de qualité

Une série de contrôle est effectuée pour avoir une bonne qualité de la pièce préparer l'article à l'étape de traitement de surface.

11. Ravivage

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

12. Traitement de surface

Est basé sur le principe de l'électrolyse, il consiste à déposer une couche d'un métal sur un article artisanale et de lui conférer un aspect visuel agréable tout en augmentant sa résistance à la corrosion.

13. Emballage

Réalisé par trois équipes :

- 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 de fabrication des emballages : chargée de fabrication des différents types d'emballage en respectant la forme d'article.
- Equipe d'emballage, chargés d'assurer un emballage adéquat pour chaque pièce. Pour protéger ces articles contre les chocs et poussières lors du transport.

Chapitre II :

Processus de traitement de surface adopté par la SADF.

I. Généralités :

Généralement, les traitements de surfaces sont destinés à conférer un aspect et des caractéristiques particulières aux pièces métalliques. Leurs utilisations sont les suivantes : anticorrosion, anti usure, aspect, conductibilité et autre. Pour cela, un revêtement métallique est déposé par voie électrolytique ou chimique.

Dans une section du traitement de surface, plusieurs bains d'électrolyses sont utilisés dans la SADP : Bain de dégraissage, bain de cuivrage (alcalin et acide), bain de nickelage, bain de pré-argentage et bain d'argentage. Des bains de rinçages sont essentiels entre chaque bain.

Ces traitements adoptés par SADP sont principalement des traitements à base d'eau et les installations réalisent les activités de manière séquentielle, habituellement sur des chaines de traitement composées d'une série de cuves ou d'activités. La figure suivante représente le circuit de traitement simplifié d'une chaîne de traitement classique :

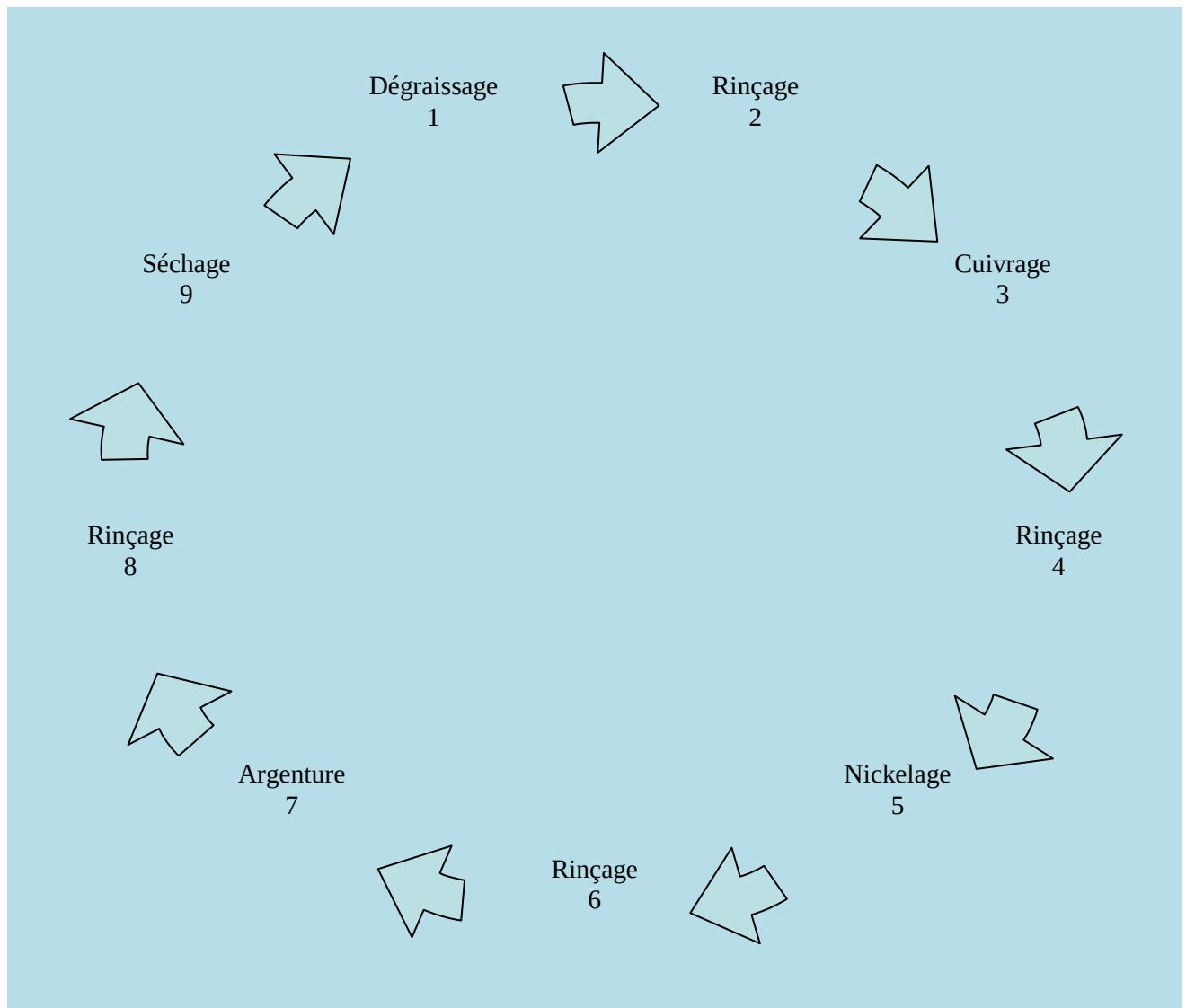


Figure 2: schéma simplifié du circuit de la chaîne de traitement.

II. Définition de l'électrolyse :

L'électrolyse est une décomposition chimique sous l'effet d'un courant électrique continu composé par un générateur, il s'agit alors d'une conversion de l'énergie électrique en énergie chimique. En général, l'électrolyse est une réaction d'oxydoréduction forcée qui se produit dans le sens inverse de son sens spontané.

Exemple : l'électrolyse de l'eau

- ✓ En milieu acide :
Réaction à l'anode : $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
Réaction à la cathode : $\text{M}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{M}$
- ✓ En milieu alcalin :
Réaction à l'anode : $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$
Réaction à la cathode : $\text{M}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{M}$

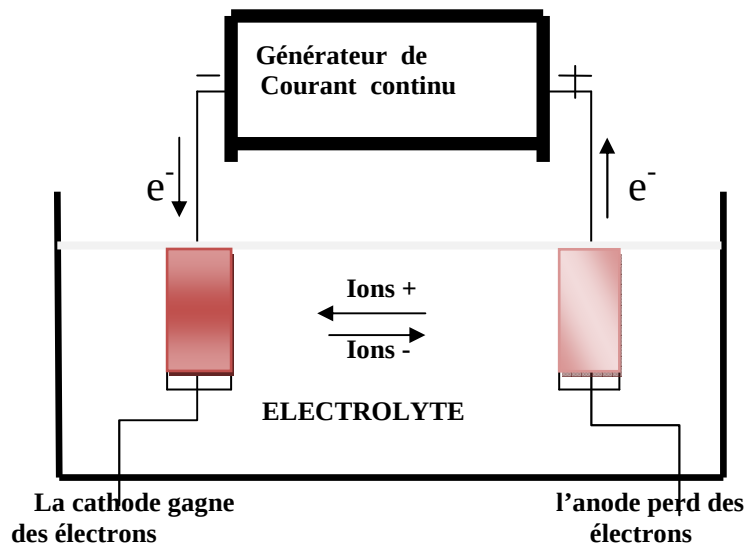


Figure 3 : schéma de l'électrolyse



Dans ce bain il y a des réactions d'oxydoréductions qui existent. Donc il faut mettre la pièce qu'on veut revêtir à la cathode pour avoir le dépôt de métal désiré.

III. Les paramètres influençant sur l'électrolyse :

- **La température et le temps** : ils améliorent le rendement de dépôt du métal.
- **Surface de la pièce** : plus la surface d'échange est grande plus l'intensité du courant est élevée.
- **Le baumé (concentration)** : les proportions des composants doivent être sur les normes pour donner une bonne forme de dépôt.
- **La vitesse de dépôt** : elle est proportionnelle avec la densité du courant traversant la pièce à plaquer.

IV. Les détails des traitements de surface utilisés par SADE.

A. Dégraissage

⇒ la qualité du traitement de surface, dépend essentiellement des caractéristiques physicochimiques de la surface qui va être traitée. C'est pour cela, l'opération de dégraissage est essentielle pour rendre la surface physiquement propre des poussières, par l'élimination des pollutions superficielles et assurer la mouillabilité à l'eau de la surface et donc conférer au métal l'hydrophilie requise pour les traitements ultérieurs. Cette opération garantit la qualité du produit fini.

a) Le milieu électrolytique de dégraissage :

Le bain de dégraissage contient une solution alcaline, émulsionnables..., le dégraissage chimique met en jeu le mécanisme de la saponification et les phénomènes tensioactifs, associés éventuellement à une polarisation de la pièce à traiter pour parfaire le traitement.

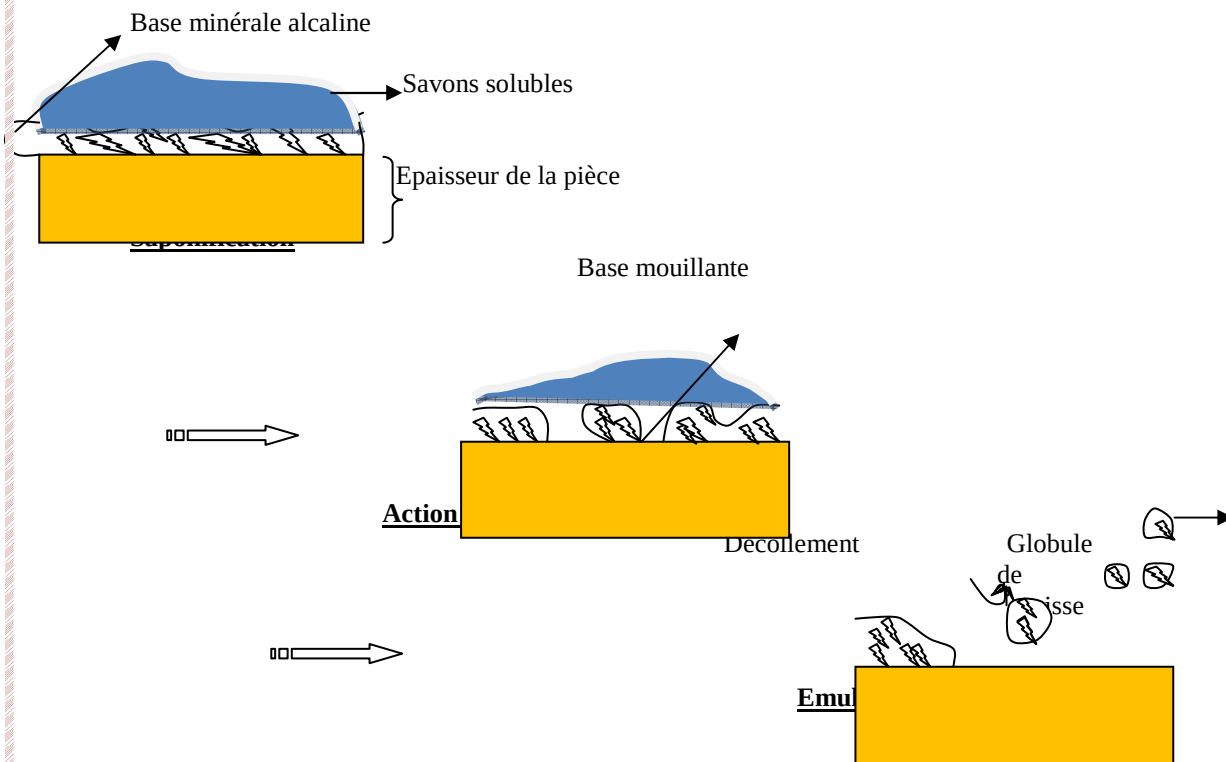


Figure 4 : schéma simplifié des mécanismes d'action d'un dégraissage en phase aqueuse

b) Dégraissage électrolytique :

L'un des systèmes les plus utilisés est le dégraissage électrolytique consistant à soumettre les pièces, agissant comme cathode, à l'action d'une solution alcaline. Les graisses saponifiables sont attaquées et saponifiées sous l'action de la solution alcaline, et l'hydrogène résultant de l'électrolyse sur la cathode favorise la libération des graisses de la pièce. Avec ce système, les oxydes métalliques se dégagent aussi du fait de leur réduction à travers l'hydrogène.

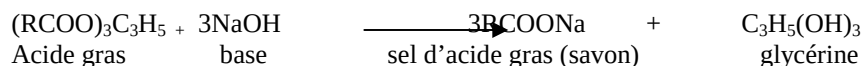
c) Mécanisme du dégraissage électrolytique :

L'huile et l'eau n'étant pas miscibles, le dégraissage chimique n'agira pas par dissolution mais par réaction physique ou chimique. Schématiquement, son mode d'action résulte de deux phénomènes distincts complémentaires :

- la saponification, qui consiste à décomposer l'huile sous l'action chimique d'une base.
- La détergence, qui consiste à décoller les souillures grasses et à les encapsuler à l'aide de tensioactif.

❖ **Saponification :**

La saponification est une réaction exothermique, se produit en présence d'une base forte chaude et donne alors naissance à la glycérine et à un sel alcalin d'acide gras (savon), produits soluble dans l'eau.



❖ **Action des tensioactifs :**

Les tensioactifs que l'on appelle aussi agent de surface, sont des substances solubles dans l'eau et ayant la propriété de se concentrer, de s'agréger aux interfaces entre l'eau et d'autres substances peu solubles dans l'eau, les corps gras notamment.

Ces molécules présentent au moins deux parties d'affinité différente, l'une est hydrophile et l'autre hydrophobe. La partie hydrophile est une extrémité généralement ionique de la molécule. La partie hydrophobe est généralement constituée d'une chaîne carbonée assez longue et qui doit être linéaire pour être biodégradable. Ces agrégats de molécules de tensioactifs ainsi formés s'appellent des micelles (gouttelettes). La surface des gouttelettes étant chargée, évite la réagglomération en gouttes plus volumineuses. L'émulsion ainsi formée sera d'autant plus stable que la taille des agrégats sera faible.

d) constitution de bain (utilisé par SADP) :

- Le mode opératoire du dégraissage utilisé par SADP est donné dans le tableau 1 ci-dessous

Tableau1 : mode opératoire du dégraissage

composition du bain	conditions de travail
---------------------	-----------------------

- Cyanure de sodium - Soude caustique - Carbonate de soude - AB 40 (savon) Ou Presol ou Dex (tension actif) plus des quantités faibles de NaCN, NaCl Plus AB 40	• Température ambiante • Le courant de 25 A • temps d'immersion (5 à 10 min) • Le PH = 12 • Baumé de 15 à 17°
--	---



Figure5 : photographie d'un bain de dégraissage

⇒ Cyanure de sodium, soude caustique et carbonate de sodium donnent une mauvaise odeur pour cela on les remplace par le présol.

- Les réactions qui se produisent dans la solution sont :

➤ Sur la cathode :

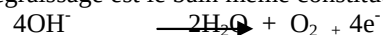
Les articles à dégraisser liés à la cathode subissent une réaction de réduction selon la réaction suivante :



La force d'alcalinité (OH^-) exerce un effet saponifiant et émulsifiant, ainsi l'hydrogène dégagé réduit les oxydes présents à la surface des articles.

➤ Sur l'anode :

L'anode du bain de dégraissage est le bain même constitué du fer où se produit une réaction d'oxydation :



B) rinçage :

L'opération de rinçage occupe une place particulière dans les fonctions de traitements de surface pour deux raisons essentielles. D'une part, de la qualité du rinçage qui peut influencer la qualité du produit fini ; la facilité à éliminer le produit dégraissant. D'autre part, le rinçage est une principale source de rejets liquide. Il conviendra donc de bien gérer la fonction rinçage car une forte consommation d'eau n'est pas tolérée.

La SADP utilise un rinçage multiple en série qui est le plus employé par l'industrie du traitement de surface.

C) Cuivrage :

Le cuivre est relativement mou et ductible et s'allie facilement avec d'autres métaux pour donner, par exemple, les alaitons et les bronzes.

Les dépôts électrolytiques de cuivre qu'ils soient brillants ou mats, ont des utilisations décoratives ou techniques.

a) Cuivre alcalin

- Le mode opératoire du cuivre alcalin utilisé par SADP

Tableau2 : Mode opératoire de cuivre alcalin

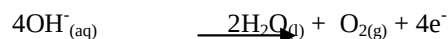
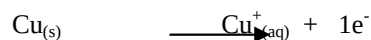
Composition du bain	Conditions opératoires
• Cyanure de cuivre (40 à 80/l) • Cyanure de sodium (60 à 70g/l) • Soude caustique (5g/l) • Aditifs : brillanteur, base et mouilleur • Anode en cuivre ensachées en paniers • Sel N° 11(comme un conducteur)	• Température : 35 à 40°C • Temps de travail : 2 à 5min • pH : 11 • degré baumé : 14° • densité de courant : 2A/dm² • filtration par charbon actif



Figure6 : photographie d'un bain de cuivrage alcaline

- Les réactions qui se produisent dans la solution :

➤ à l'anode :



➤ à la cathode:



- inversion périodique du courant :

- Le redresseur d'alimentation est muni d'un inverseur périodique de courant. Le type d'inverseur de courant est :

Phase cathodique : 16 secondes

Phase anodique : 4 secondes

Cette inversion périodique permet d'obtenir un dépôt à gri, fin et régulier depuis les fortes jusqu'aux faibles densités de courant.

-Nettoyage du bain de cuivre :

Le volume de bain de cuivre dans la SADP est 900l et pour le nettoier on ajoute :

- o 3l d'eau oxygéné
- o 2Kg de Charbon actif
- o 100g de Permanganate

- Densité de courant et rendement cathodique :

Le rendement cathodique est dépendant :

- o De la température du bain (optimale 60°C).
- o De l'inversion périodique du courant.
- o De la teneur en cyanure en libre (inversement proportionnel à la concentration).
- o De la densité de courant appliquée.
- o Du pH de l'électrolyte.

b) Cuivre acide :

- Le mode opératoire de cuivre acide utilisé par SADP :

Tableau3 : Mode opératoire du cuivrage acide

Composition du bain	Conditions opératoires
---------------------	------------------------

- Sulfate de cuivre CuSO_4 (50 à 60g/l)
- acide sulfurique H_2SO_4 (50 à 60g/l)
- additifs : CUBRAC base, CUBRAC brillant, CUBRAC nivelant et mouillant
- anode de phosphore (alliage d'anode de cuivre + 1,7g/l de phosphore)

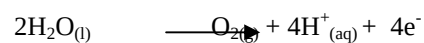
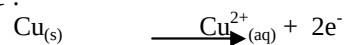
- température : ambiante
- pH : 1
- temps de traitement : 15 à 20min
- densité de courant : $0,5\text{A/dm}^2$
- degré baumé : 19 à 25°
- filtration par charbon actif
- agitation à air



Figure7 : photographie d'un bain de cuivrage acide

- les réactions qui se produisent dans la solution :

➤ à l'anode :



➤ à la cathode :



D) Nickelage :

Les dépôts électrolytiques de nickel, réalisés par électrolyse de solutions aqueuses de différents types de sels suivant l'application envisagée et les caractéristiques des dépôts que l'on cherche à produire, représentent une activité industrielle importante : la consommation de nickel électrolytique est largement supérieure à la consommation des autres métaux classiquement utilisés industriellement pour les autres types de revêtements électrolytiques tel que le cuivre, le chrome, le zinc... .

La source principale d'ions Nickel est le sulfate de nickel; le chlorure de nickel fournit des ions chlore qui assurent une bonne dissolution des anodes et augmente la conductivité de l'électrolyte.

- Le mode opératoire du nickelage utilisé par SADF :

Tableau4 : Mode opératoire du Nickelage

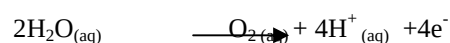
Composition du bain	Conditions opératoires
• Sulfate de nickel NiSO_4 (280 à 320g/l) • Chlorure de nickel NiCl_2 (60g/l) • Acide borique H_3BO_4 (45 à 55g/l) • Aditifs : Brillanteur, Nivelant, Mouilleur, Purificateur et Fixateur • Anodes de nickel ensachées en sacs	• Température : 60 à 70°C • Temps de traitement : 10 à 15min • pH : 3,8 à 4,8 • Degré baumé : 25 à 30° • Densité de courant : 3 à 5A/dm² • Filtration par charbon actif • Agitation mécanique



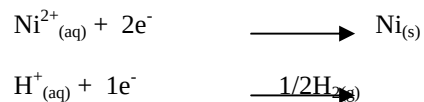
Figure8 : photographie d'un bain de nickelage

- Les réactions qui se produisent dans la solution :

➤ à l'anode :



➤ à la cathode :



E) Argenture :

Le bain d'argenture permet l'obtention d'un dépôt brillant dans une gamme d'épaisseurs allant du flashe aux dépôts très épais. Le bain est un électrolyte cyanuré, travaillant à température ambiante, très facile à conduire. Son pouvoir de pénétration est excellent.

a) le bain de Pré argenture :

Pour éviter le déplacement de l'argent sur les objets à traiter, en particulier sur les métaux cuivreux, on utilise un bain d'argenture à faible teneur en argent et fort teneur en cyanure libre. Les couches obtenues par déplacement sont en effet peu adhérentes et parfois pulvérulents. Cette étape est faite aussi par dépôt chimique qu'électrolytique.

- Le mode opératoire de pré-argent utilisé par SADP :

Tableau 5 : mode opératoire de pré-argent

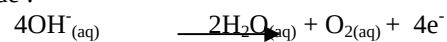
Composition du bain	Conditions opératoires
Cyanure d'argent (2 à 3g/l) Cyanure de potassium (90 à 110g/l) Anode d'acide inox Eau déminéralisée Plaques d'inox	Température : ambiante Temps de traitement : 10 à 15s pH : 11 degré baumé : 14° densité de courant : 4 à 5A/dm ² filtration par charbon actif agitation mécanique



Figure9 : photographie d'un bain de pré-argenteur

- **Les réactions qui se produisent dans la solution :**

➤ à l'anode :



➤ à la cathode :



b) Le bain d'Argenture:

- Le mode opératoire d'argenture utilisé par SADP:

Tableau 6 : mode opératoire d'argenture

Composition du bain	Conditions opératoires
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

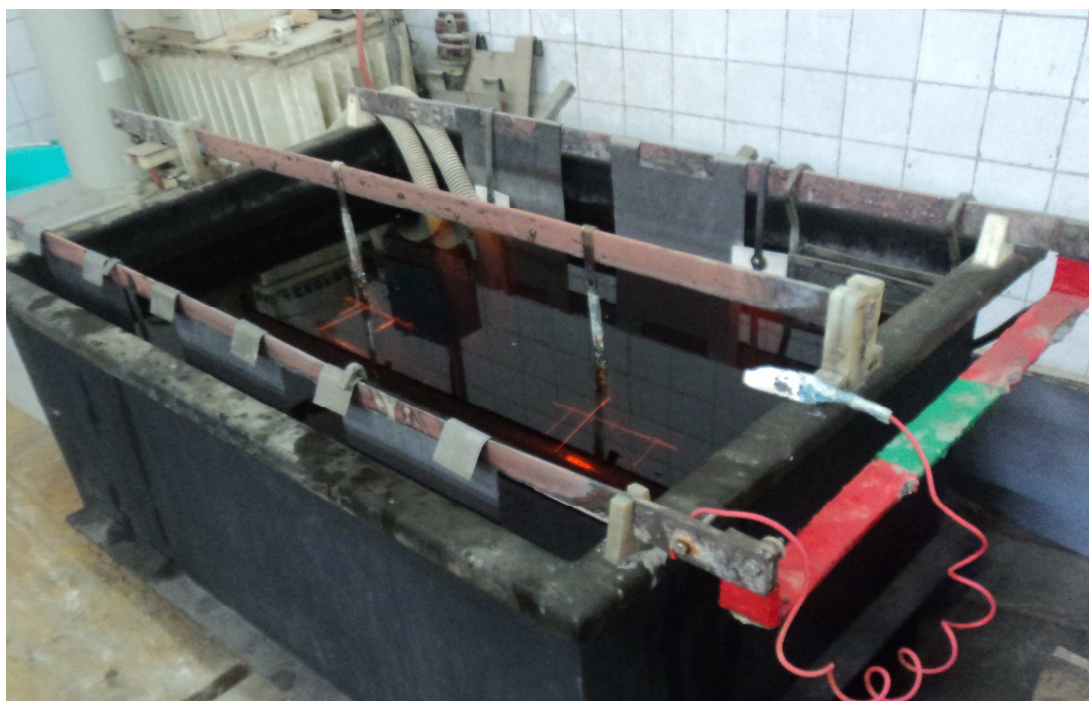


Figure10 : photographie d'un bain d'argenteure

- Les réactions qui se produisent dans la solution :

- A l'anode :



- À la cathode:



- **Le mode opératoire du 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.

Après le dégraissage on rince la pièce dans trois bains contiens de l'eau de robinet d'une manière successive par un barbotage manuel pour passer au cuivrage.

Après le cuivrage alcaline on rince la pièce dans un bain contient l'eau de robinet plus quelque gouttes d'acide sulfurique pour neutralisé la pièce avant de la passer au bain de nickel qui possède un milieu acide.

Après le nickelage encore une foi on rince la pièce dans le même milieu qui contient l'eau et l'acide sulfurique et un autre rinçage par l'eau de robinet pour passer à l'étape d'argenteure.

Après l'argenteure on fait le dernier rinçage par l'eau de robinet pour mettre la pièce dans le fourneau.

V) Applications :

A) Calcule de la masse déposée et du rendement sur des articles en laiton :

On a utilisé comme échantillon cinq plaques du laiton ont une surface de 0.6 dm² et 1mm d'épaisseur après avoir effectué le polissage et le dégraissage. Ces plaques sont pesées au préalable.

On implique la 1^{ère} loi de Faraday : La quantité de substance libérée lors de l'électrolyse à une électrode est proportionnelle au temps et au courant électrique.

$$Q = n \cdot F \cdot M_{th} / M$$

$$M_{th} = Q \cdot M / n \cdot F$$

On sait que : $i = dq/dt \Rightarrow Q = \int_0^t i \, dt = I \cdot t$ car le courant est continue on le considère constant donc :

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

Avec :

I : intensité de courant en (A).

t : temps d'immersion en seconde.

M_{th} : mass théorique en (g).

n : nombre d'électrons.

F : constante de Faraday 96500 C/mol.

M : mass molaire du métal en solution g/mol.

le rendement se calcule par :

$$R = \frac{M_{ex}}{M_{th}} \times 100.$$

➤ Estimation de la masse déposée sur une plaque de laiton :

❖ Plaque Cu Al :

On a immergé cette plaque pendant **10 mn** dans le bain de cuivre alcalin à un courant de **5 A/dm²**.

La masse expérimentale obtenue est :

M_{1_{ex}} = masse après dépôt – masse avant dépôt

$$M_{1_{ex}} = 8,630 - 8,619 = 0,11 \text{ g.}$$

La masse théorique obtenue par :

La masse molaire de cuivre est de $M = 63.5 \text{ g/mol}$ et le nombre d'électron est déterminé de la demi réaction suivante :



On a la pièce de 0.6 dm² donc le courant deviant $5/0.6 = 8.33$

$$\text{On sait que: } M_{th} = \frac{I \cdot t \cdot M}{n \cdot F} ;$$

$$\text{A.N: } M_{1_{th}} = 5 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 63.5 / 2 \cdot 96500$$

$$M_{1_{th}} = 0.98 \text{ g.}$$

Le rendement de cette opération :

$$R = \frac{M_{ex} \times 100}{M_{th}} ;$$

A.N:

$$R_1 = 0.11 / 0.98 = 11.22\%.$$

❖ Plaque Cu AC :

On a immergé cette plaque pendant 15 mn dans le bain de cuivrage acide à un courant de 5A/dm² la masse expérimentale obtenue est :

$$M_{2ex} = 9.2 - 8.9 = 0.3g.$$

La masse théorique:

La masse molaire de cuivre est de M= 63.54 g/mol et le nombre d'électron est déterminé de la même demi réaction (n=2).

$$M_{2th} = 5 \times 15 \times 60 \times 63.54 / 2 \times 96500;$$

$$M_{2th} = 1.48 g.$$

Le rendement:

$$R_2 = 20\%.$$

❖ Plaque Ni D :

On a immergé cette plaque pendant 15 mn dans le bain de nickelage à un courant de 4A/dm² la masse expérimentale obtenue est :

$$M_{3ex} = 8.8 - 8.4 = 0.4g.$$

La masse théorique:

La masse molaire de Nickel est de M= 58.7 g/mol et le nombre d'électron est déterminé de demi réaction suivante : n=2



$$M_{3th} = 4 \times 15 \times 60 \times 58.7 / 2 \times 96500;$$

$$M_{3th} = 1.1g$$

Le rendement :

$$R_3 = 36 \%.$$

❖ Plaque Ag D :

On a immergé cette plaque pendant 10mn dans le bain d'argentage à un courant de 0.13A/dm² la masse expérimentale obtenue est :

$$M_{4ex} = 8.5 - 8.3 = 0.2 g.$$

La masse théorique:

La masse molaire d'argent est de M= 107.9 g/mol et le nombre d'électron est déterminé de demi réaction suivante : n=1



$$M_{4th} = 0.13 \times 10 \times 60 \times 107.9 / 1 \times 96500;$$

$$M_{4th} = 0.09g$$

⇒ Dans ce cas on a : $M_{4th} < M_{4ex}$

Donc impossible de trouver le rendement de ce cas ce qui signifie qu'il y a des erreurs dans le mode opératoire soit sur le courant ou sur le temps.

❖ La cinquième plaque notée G :

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

la masse expérimentale obtenue est :

$$M_{5ex} = 9,7 - 8,8 = 0,9 \text{ g.}$$

La masse totale expérimentale :

Est la somme des masses théoriques dans chaque bain :

$$M_{Tex} = M_{1ex} + M_{2ex} + M_{3ex} + M_{4ex} ;$$
$$M_{Tex} = 1,1 \text{ g.}$$

Remarque :

$M_{5ex} < M_{Tex}$ ce résultat justifie que la masse d'un métal noté A déposé sur un autre métal noté B ce n'est pas la même masse du métal A déposé sur un autre métal qui est C sous les mêmes conditions de travail.

Exemple :

La masse d'argent déposé sur le nickel est différente que la masse du même métal déposé sur le laiton sous les mêmes conditions.

B) Interprétation des résultats :

Pour les plaques de cuivre et de Nickel les résultats conformes avec les normes de la société.

Pour la plaque d'argent les résultats obtenus ne sont pas conformes ceci est dû probablement au fait qu'on ne contrôle pas avec certitude l'intensité donc la Masse théorique de métal déposé.

Conclusion

L'unité de traitement électrochimique de surface connaît différents problèmes de différentes natures, la courte durée du stage ainsi que le manque de moyens n'ont pas permis d'établir une étude approfondie de chaque problème, les autres contraintes que j'ai affrontées sont les noms commerciaux des produits, ainsi que les normes suivies pour les montages des bains.

L'étude de rendement que j'ai faite reste toujours pas précise parce qu'on ne sait pas exactement les concentrations des bains et les densités de courant posées donc ils travaillent avec des redresseurs de l'ordre de 300 jusqu'à 500A et j'avais besoin seulement de 5A/dm² au maximum.

Enfin, pour moi le plus intéressant dans ce stage, c'est qu'il m'a permis de découvrir un nouveau domaine, de chercher quelque chose dont j'avais des informations précédentes, et de découvrir le monde industriel avec des gens aussi simples et gentils.

Bibliographie :

- Le livre de chimie (Auteur : j.lamirand et M.joyal).
- www.youscribe.com.
- www.wikipedia.org.

