



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

DEPOT ELECTROLYTIQUE

Présenté par :

◆ **Dounia Jeroundi**

Encadrée par :

◆ **Pr. Ahmed HARRACH (FST)**

◆ **Mr. Khamar CHNOUNI (SADF)**

Soutenu Le 15 Juin 2010 devant le jury composé de:

- **Pr. HAZM Jamal**
- **Pr. LAMCHARFI El Hadi**
- **Pr. Ahmed HARRACH**
- **Mr. Khamar CHNOUNI**

Stage effectué à SADF de Fès

Année Universitaire 2010 / 2011

SOMMAIRE

I-INTRODUCTION	5
II-PRESENTATION DE LA SOCIETE SADF	6
1- Historique.	9
2- Organigramme	10
3- Principaux clients	11
4- Matière première	12
III-CHAINE DE PRODUCTION	13
1- Schéma de production	13
2- Modélisation	14
3 Découpage	14
4- Gravure	15
5- Repoussage	15
6- Fonderie	16
7- Limage	18
8- Soudure	19
9- Décapage	20
10- Finition	21
a- Premier contrôle	21
b- Elimination des défauts	22
c- Deuxième contrôle	23
d- Ravivage	27
IV- ELECTROLYSE	29
1- Définition de l'électrolyse	31
2- Loi de faraday	33

3- Equipement du bain d'électrolyse

4- Schéma du procédé de traitement de surface

5- Les procédés d'électrolyse

a- Dégraissage

b- Les bains de rinçages

c- Cuivrage

d- Nickelage

e- Pré-argentage

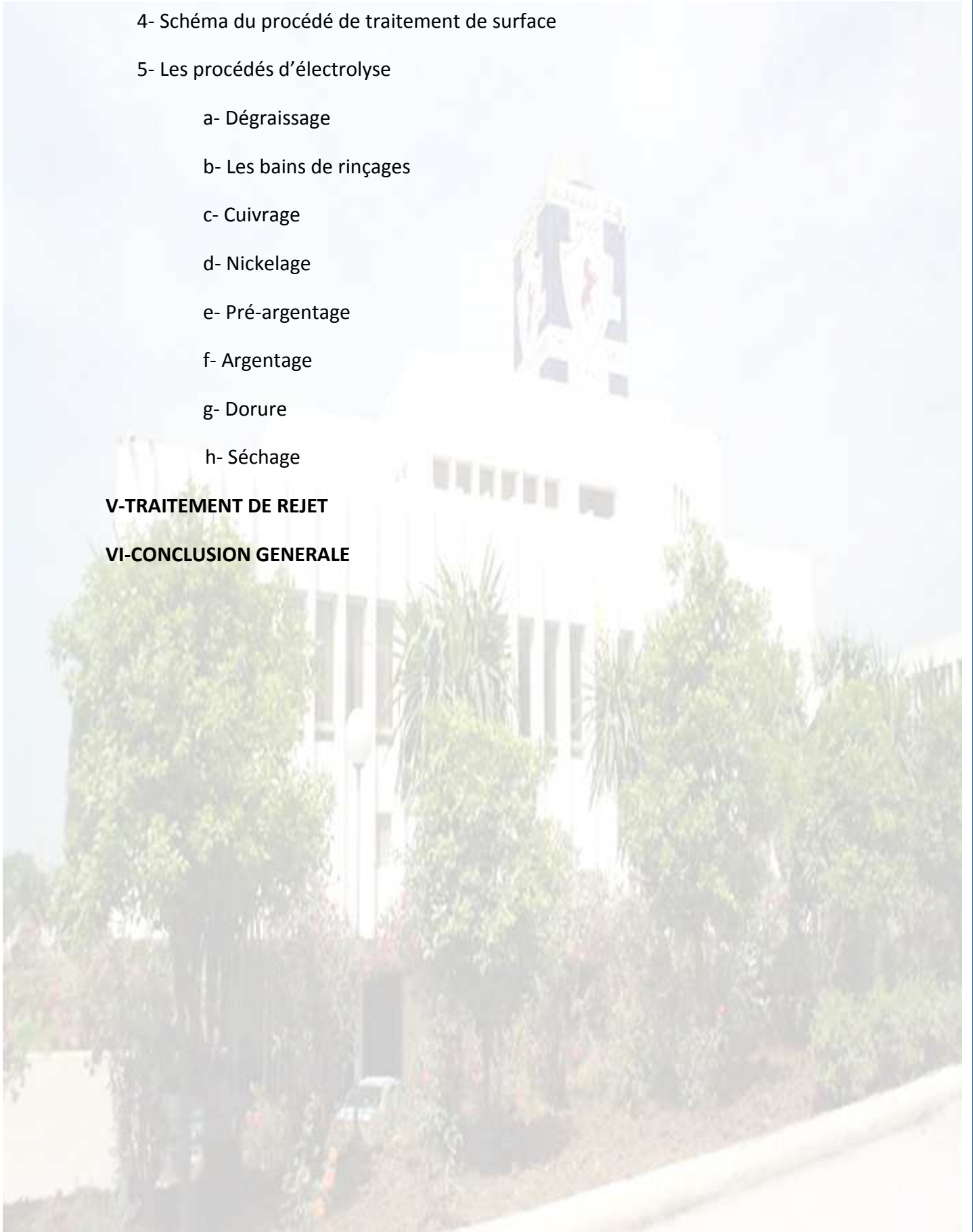
f- Argentage

g- Dorure

h- Séchage

V-TRAITEMENT DE REJET

VI-CONCLUSION GENERALE



Dédicaces

Je dédie ce travail :

- ❖ *A mes chers parents pour leurs sacrifices, leur compréhension, leur soutien et l'affection dont ils m'ont témoignés afin que je puisse surpasser tous les écueils.*



- ❖ *A mes chères sœurs « Chaïmae » et « Bouchra » avec toute mon affection et tous mes souhaits de réussite et bonheur.*



- ❖ *A Mes encadrants pour leurs soutiens à la réalisation de ce mémoire.*



- ❖ *A Mes enseignants pour leurs coopérations et leurs sympathies.*

Remerciements

Avant Toute chose, j'aimerais tout d'abord remercier toute personne ayant contribué au bon déroulement de mon stage à la société SADF.

En premier lieu, je remercie mon encadrant Mr. AHMED HARRACH pour son aide et sa disponibilité.

Je remercie aussi Mr. ABD EL RAFIE TAHIRI JOUËI le directeur de la SADF pour m'avoir accueilli dans sa société et pour sa sympathie.

Je remercie également Mr. KHAMAR CHNOUNI responsable de mon stage à la société SADF, pour l'attention particulière qu'il m'a accordé durant ce stage.

Ma profonde et vive reconnaissance s'adresse aussi aux membres de jury: Mr. JAMAL HAZM et Mr. EL HADI LAMCHARFI d'avoir bien voulu accepter sans réserve de juger ce modeste travail.

Je remercie tous les professeurs de département chimie de la FST Fès-Saïs pour leurs formations, conseils et soutiens.

I- INTRODUCTION :

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 fabrication d'un article artisanal ou décoratif et essaye de trouver des solutions efficaces technologiques et économiques. Cette société occupe une place très importante dans ce domaine. Elle a acquis une renommée nationale et internationale grâce à sa qualité et sa diversité. C'est pour cela mon choix s'est porté sur cette société dans le but d'effectuer un stage de fin d'étude et de consolider et d'enrichir mes connaissances scientifiques avec le milieu industriel.

Dans le premier chapitre de ce rapport, je présente la société **SADF** et les matières premières utilisées dans la société.

Dans le 2^{ème} chapitre, je traite la chaîne de production qui explique toutes les procédures pour fabriquer une pièce quelconque.

Dans le 3^{ème} chapitre, je montre les différents procédés d'électrolyse, ainsi la qualité de dépôt et l'aspect décoratif d'une pièce métallique.

Enfin, je décris les méthodes utilisées par la société **SADF** pour traiter les effluents cyanurés, basiques ou acides avant leur rejet dans le milieu urbain.

II- PRESENTATION DE LA SOCIETE SADF :

1- Historique :

La Société Des Artisans Dinandiers De Fès **SADF** est une société dont l'objet dépasse toute considération économique. En 1982, un groupe de maîtres artisans ont eu l'idée de créer une unité industrielle au vrai sens du terme

regroupant tout le processus de fabrication permettant ainsi la préservation du produit artisanal avec une touche marocaine tout en améliorant et innovant dans ce sens.

L'objectif de la **SADF** depuis toujours était d'occuper la place de pionnier dans l'artisanat marocain en général et dans la dinanderie en particulier, ce que **SADF** a brillamment accompli.

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

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

La **SADF** a changé de segment de clientèle ces dernières années en s'intéressant plus à l'art décoratif ce qui a donné naissance à une nouvelle clientèle composée essentiellement d'hôtels nouvellement ouverts ou rénovés, des Ryads , des villas de particuliers sans parler des établissements d'état.

Dans ce cadre, la **SADF** a développée un réseau de collaborations avec des designers de renommée internationale tels que Jonathan Amar (Fata Morgana), JLA studios, Saïd Berrada architecte DESA,...

Ce réseau a permis à la **SADF** de s'accaparer d'un ensemble de marchés d'envergure tels que :

Le Stand du Maroc à l'exposition internationale « Aichi 2005 », l'exposition internationale « Hanovre », Musée de sa majesté le roi Hassan II de la garde royale, Hôtel Zalagh, parc Palace Fès, Hôtel Menzeh Dalia Meknès, Hôtel Palais Jamaî Fès, Sofitel Maroc,...

Lors de ces projets, la **SADF** prenait en charge tout ce qui relève des produits en argent, laiton, cuivre et fer forgé.

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

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

A l'opposé de ce qui est connu dans l'ancienne médina de Fès, la société **SADF** a intégré un certain nombre d'artisans spécialisés dans différentes disciplines et dont l'habileté de leurs mains donne l'aspect original aux produits. En plus des dirigeants, la **SADF** contient environ de 166 employeurs. **(Voir l'organigramme)**.

Elle a donné une chance aux jeunes de la région à apprendre le métier de dinanderie grâce à des méthodes pratiques et l'apprentissage.

La société **SADF** a réussi grâce à sa clairvoyance de gagner la confiance des clients et d'imposer sa marque. En effet, elle occupe une place très importante parmi les meilleures sociétés dans son domaine susceptible de représenter et d'honorer le produit artisanal marocain. Elle a donc participé remarquablement à plusieurs manifestations et foires. Elle a obtenu plusieurs titres d'honneur. Parmi ces titres obtenus, on cite celui de : Fès, Casablanca, Rabat, Marrakech, Agadir, Séfrou...

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

2- Organigramme :

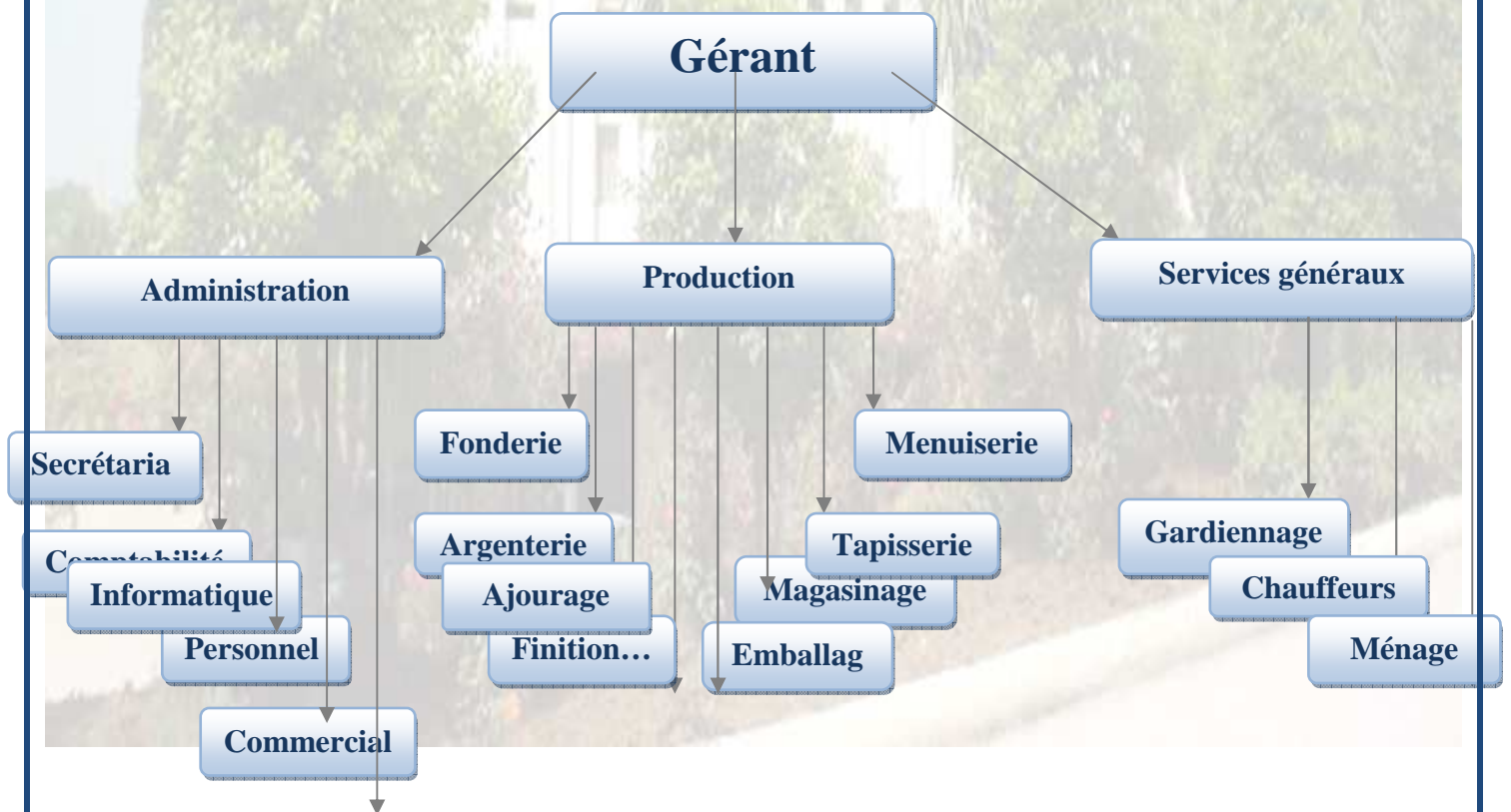


Fig. 1 : Organigramme de la société SADF

3- Principaux clients :

Les principaux clients de la société SADF nationaux et à l'étranger sont présentés dans le tableau suivant :

Clients nationaux	Clients internationaux
<ul style="list-style-type: none">-Palais royaux-Garde royale-Divers ministères-Les hôtels-Les associations-Les clients particuliers	<ul style="list-style-type: none">-Emirats arabes unies (foires de Dubaï et d'Abu Dhabi)-Bahreïn-Arabie saoudite (foire de Riad)-Tunisie (foire de Sfax, de Nabeul, Tunis, Sousa)-Sultanat Oman-France (foire de Bressuire)-Allemagne (foire de Hanover)-Italie (foire internationale de Milan)-Japon- Inde

Tableau.1 : Principaux clients nationaux et internationaux de la société SADF



4- Matière première :

La société utilise comme matière première le métal « Laiton ». Le laiton est un alliage de cuivre et de zinc dans des proportions très variables. Il peut aussi contenir d'autres métaux en dosages très faibles tels que le plomb, l'étain ou le manganèse.

Le laiton, communément appelé « bronze », est connu et utilisé depuis la préhistoire.

On distingue trois types de laiton :

- ✚ Les laitons simples (binaires) : Le laiton 1^{er} titre qui contient 36% de zinc et 64% de cuivre.
- ✚ Les laitons au plomb : Le laiton 2^{ème} titre qui contient 2% de plomb et 59% de cuivre et 39% de zinc.
- ✚ Les laitons spéciaux : ils ont pour but d'augmenter les propriétés mécaniques par l'addition d'éléments d'alliages (étain, aluminium, arsenic, manganèse, nickel, fer, silicium...).

III- CHAINE DE PRODUCTION :

1- Schéma de production :

Modélisation



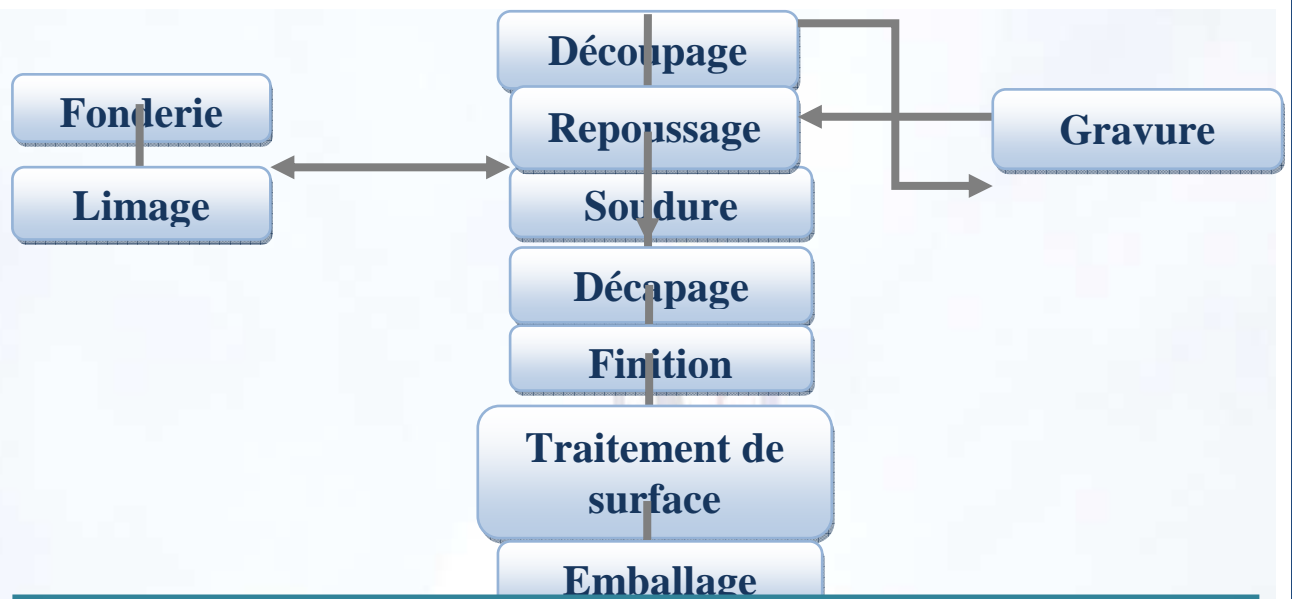


Fig.2 : Différentes étapes de fabrication d'un article

Les pièces de l'article sont élaborées par des modélistes spécialisés sous forme d'exemplaires. Chacun de ces derniers représente la forme, les dimensions, les couleurs et les types de matières premières à utiliser pour chaque pièce. Avant la fabrication de l'article, un échantillon représentatif passe par la chaîne de la fabrication et suivi par plusieurs maitres artisans dont ils peuvent entraîner des modifications sur la forme si nécessaire jusqu'à ce qu'il prenne son aspect parfait et souhaité. Cet échantillon représente le modèle à suivre pour la chaîne de fabrication.

3- Découpage :

Les formulaires requis de différentes pièces de l'article sont tracés sur les plaques de laiton de différentes épaisseurs en tenant compte des dimensions mentionnées sur l'exemplaire. Ensuite ces plaques sont découpées par deux méthodes :

- ✚ Découpage manuel.
- ✚ Découpage électrique (ciseau électrique).

4- Gravure :

La gravure repose sur la compétence des maitres artisans qui exécutent des motifs décoratifs dessinés sur les surfaces de plaque de laiton. Ces décoratifs présentent la beauté et l'originalité des produits artisanaux marocains. On trouve deux types des dessins :

- ✚ Dessins traditionnels : les motifs décoratifs sont achevés par les maitres artisans en se reposant sur leurs innovations.
- ✚ Dessins modernes : ces dessins sont effectués par des machines avec un style moderne et un temps plus court.

5- Repoussage :

On distingue deux types de repoussage :

- ✚ Repoussage manuel : l'opération est réalisée à l'aide des moules pour que les pièces découpées prennent leurs formes souhaitées. Elle est facilitée par un chauffage à haute température et un effort humain important.
- ✚ Repoussage automatique : cette opération nécessite des moules particuliers pour les pièces plats. Elle est effectuée par une machine à presse.

6- Fonderie :

La fonderie est l'un des procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal ou un alliage liquide dans un moule pour produire et reproduire un article désiré. La pièce obtenue (forme intérieure et extérieure) est pratiquement achevée afin de limiter les travaux ultérieurs de finition. Cette fabrication se déroule suivant les trois étapes :

- ✚ Fabrication des moules : cette étape permet de créer d'autres éléments par les techniques de moulage. Elle se fait par un type particulier du sable selon les formes désirées.

✚ Fondage : on fond le reste des alliages du laiton provenant de différentes étapes de fabrication avec quelques grammes d'aluminium.

✚ Moulage : l'alliage fondu est coulé dans les moules déjà fabriqués. Après refroidissement, on aboutit à la formation des pièces désirées.

7- 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.

8- Soudure :

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

9- Décapage :

Le décapage est l'élimination mécanique ou chimique de toutes traces d'impureté et les couches d'oxydes formées à la surface d'un objet. On distingue deux voies d'attaque de la surface de la pièce :

✚ Décapage chimique : la surface de la pièce est attaquée par des acides forts et concentrés, surtout pour les pièces gravées. Les acides utilisés sont : HCl et HNO₃

✚ Décapage électrochimique : consiste à oxyder superficiellement la surface d'une pièce placée en anode et dans un électrolyte (H₂SO₄ ou H₃PO₄).

10- Finition :

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

a. Premier contrôle : consiste à éliminer les parties mal soudées, les rayures et les trous se trouvant dans la pièce par une première équipe.

- b. **Elimination des défauts** : cette étape permet de corriger tous les défauts de fabrication par soudages et polissages.
- c. **Deuxième contrôle** : ce contrôle est fait par deux équipes (une pour les pièces plates et l'autre pour les pièces bombées), qui éliminent toutes les traces de soudure et les bordures mal définies.
- d. **Ravivage** : c'est un polissage utilisant une patte rouge et des machines équipées de différents diamètres granulométrique de papier abrasif, afin de donner un éclat pour l'article et rend sa surface plus vive.

11- Traitement de surface :

Le traitement de surface est basé sur le procédé de l'électrolyse. Il a pour but de modifier, transformer la surface de la pièce dans l'objectif de lui conférer de nouvelles propriétés par exemples, résistance à la corrosion, à l'usure ou modification de l'aspect apparent.

12- L'emballage :

Au cours du stockage et du transport, les pièces métalliques peuvent être exposées au phénomène d'oxydation, aux chocs aux poussières.... Donc pour protéger les articles, on utilise des emballages spécifiques (papier blanc fin, sacs en plastique, cartons...) ayant comme matière première des feuilles de cartons et des bandes de plaques de polystyrène.

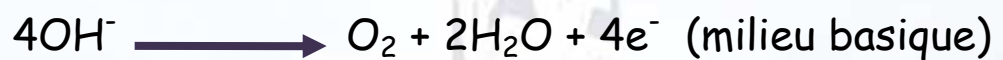
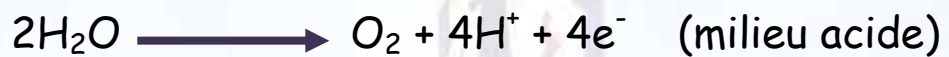
IV- L'ELECTROLYSE :

1- Définition :

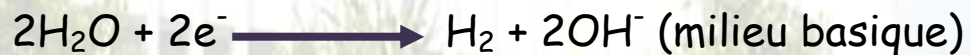
En imposant une tension électrique entre deux électrodes plongeant dans une solution électrolytique, on provoque ainsi un transfert d'électrons entre un oxydant et réducteur, c'est le principe d'électrolyse.

On appelle **ANODE** l'électrode où a lieu une réaction d'oxydation (menant à la production d'électrons) par opposition à la **CATHODE** où se produit une réaction de réduction (menant à la consommation d'électrons).

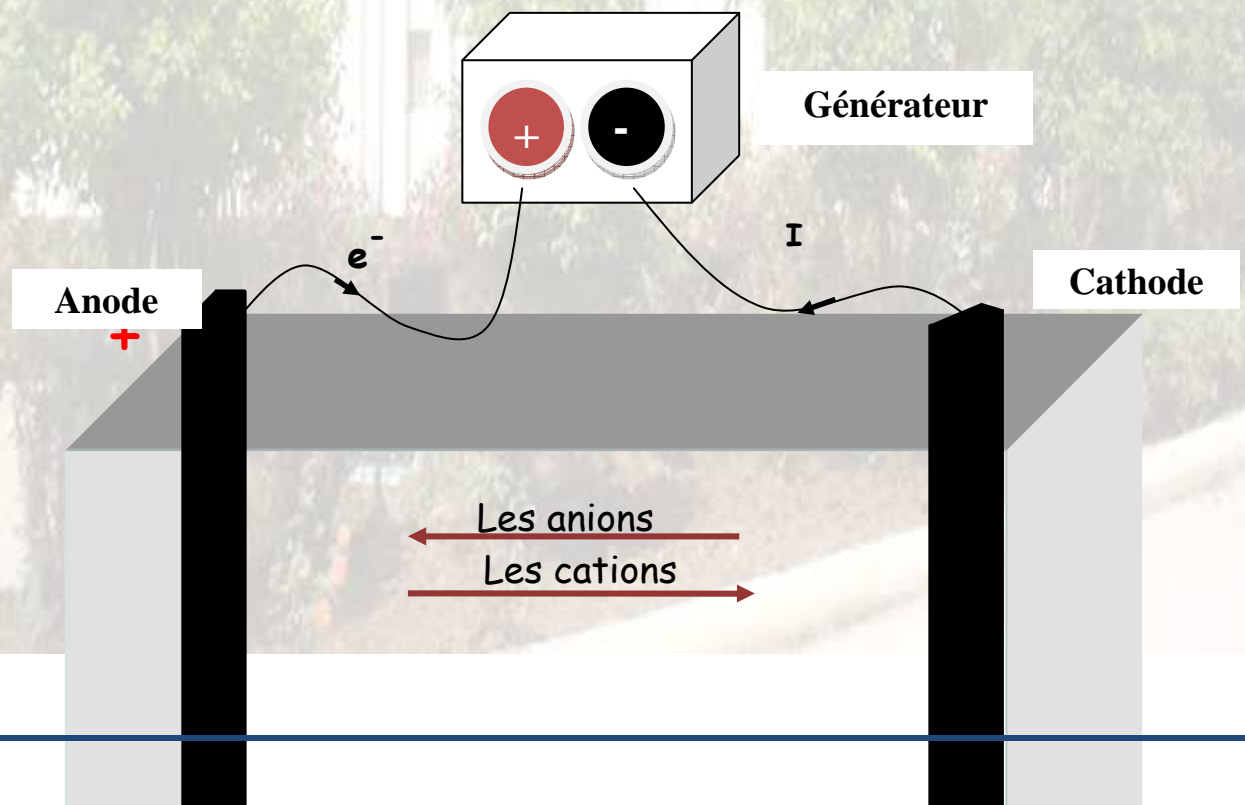
❖ Les réactions possibles à l'anode :



❖ Les réactions possibles à la cathode :



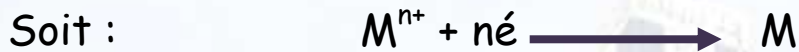
Le pôle négatif du générateur est toujours relié à la cathode de l'électrolyseur et son pôle positif à l'anode (voir schéma d'électrolyse).



L'électrolyte

Fig.3 : schéma du bain d'électrolyse

2- Loi de Faraday :



Quand **une mole de cation** M^{n+} se réduit et se dépose en **une mole de métal** M sur une électrode, il a eu besoin **n moles** d'électrons correspondant à une quantité d'électricité Q de :

$$Q = n * 1,6.10^{-19} * 6,02.10^{23} = n * F$$

- F = Constante de Faraday = 96500 C/mol
- charge d'un électron = $1,6.10^{-19}$ C
- Nombre d'Avogadro = $6,02.10^{23}$
- Q = quantité d'électricité en coulomb C
- n = nombre d'électrons nécessaires.

La quantité de matière qui se forme ou qui disparaît aux électrodes est proportionnelle à l'intensité du courant I et à la durée de l'électrolyse t .

L'équation de la loi de Faraday :

$$m = \frac{I * t * M}{n * F}$$

- m = masse de matière déposée (g)
- n = nombre d'électrons nécessaires

- I = courant en ampère (A)
- t = temps en seconde (s)
- M = masse molaire du métal (g/mol)

3- Equipement du bain d'électrolyse :

- Cuve** : les cuves doivent comporter un revêtement en PVC étanche et résistant à la température d'emploi du bain pour être protégé contre les attaques d'électrolyte.
- Générateur** : constitue la source d'énergie qui sera transformée en énergie chimique. Dans la société SADF, on utilise le générateur de courant (galvanostat) qui permet d'imposer un courant constant.
- Chauffage** : les cuves doivent être équipées d'un système de chauffage assuré par des thermoplongeurs avec régulation thermostatique. Pour éviter l'échange d'énergie thermique avec le milieu extérieur, on utilise des boules en plastique flottantes sur la surface du bain.
- 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** : une filtration continue sur charbon actif est indispensable afin d'obtenir une couche de métal propre et lisse déposée sur l'article.

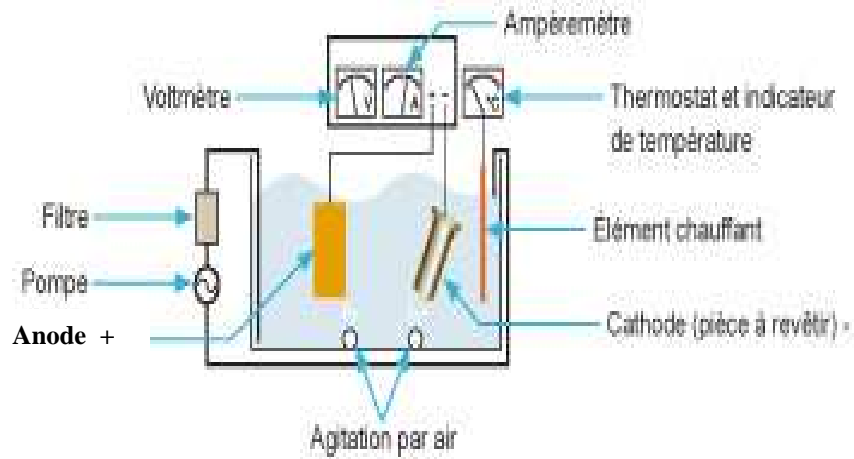


Fig.4 : Différents équipement d'un bain

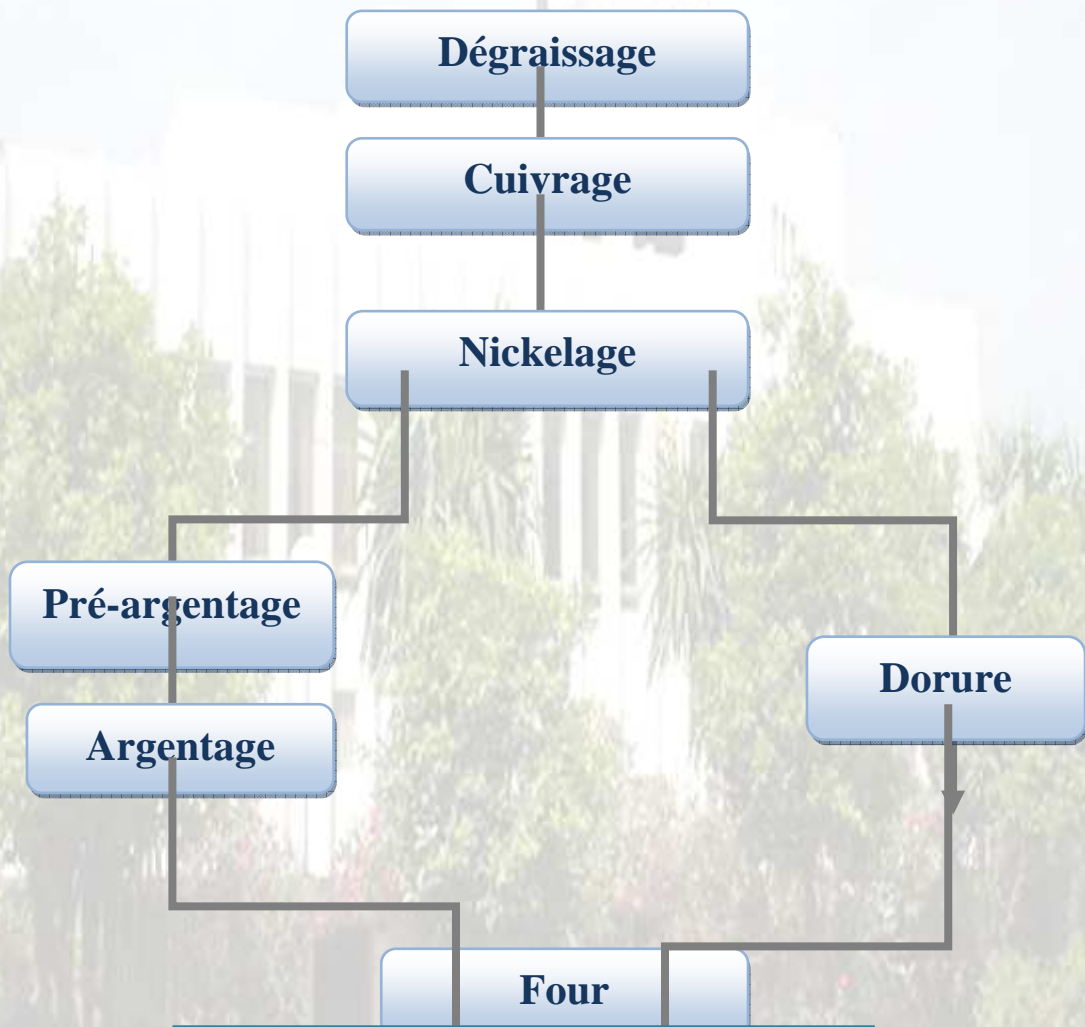


Fig.5 : Procédé d'électrolyse

5- Différents... é SADF :
 a. Dégraissage :

Pour garantir une bonne adhérence du revêtement, il faut que le métal soit extrêmement propre et particulièrement bien dégraissé. Le dégraissage s'effectue dans un bain électrolytique.

Le bain de dégraissage a pour objectif d'éliminer le mince film gras résiduel et les couches d'oxydes qui recouvrent les pièces. Il contient différents produits chimiques comme bases et détergents (cités en dessous). Sur la pièce se produit un dégagement gazeux (oxygène) en même temps que l'oxydation de sa surface. Ce phénomène permet de nettoyer l'aspect extérieur de l'article. La société **SADF** utilise un bain de dégraissage sans cyanure et il est composé par :

- ✓ Présol 7030 (produit commercial) / Dex
- ✓ AB 40
- ✓ Eau déminéralisée

Le dégraissage joue un rôle très important dans le nettoyage de la surface de l'article et l'amélioration de la qualité du produit final.

➤ **Les conditions du travail :**

- ✓ Température normale.
- ✓ Le courant imposé $25A/dm^2$ pour réaliser un polissage électrolytique.



Fig.6 : bain de dégraissage

b. Bains de rinçage :

Les opérations de rinçage se situent entre chaque opération de bains actifs. Le rôle de rinçage est d'éviter d'amener les traces d'ions provenant du bain précédent afin de limiter la pollution du bain suivant. Les articles traités après chaque bain actifs doivent être rincés dans trois bains successifs afin d'assurer leur purification.



Fig.7 : les trois bains de rinçage

c. Cuivrage :

Le cuivrage 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.

✚ Bain de cuivre alcalin : 900ℓ

➤ **La composition du bain :**

- ✓ Cyanure de sodium (NaCN).
- ✓ Sel N°2 (CuCN).
- ✓ Sel N°11 (Sel conducteur).
- ✓ La soude caustique.
- ✓ Des additifs (brillantur, mouillant...)

➤ **Les conditions de travail :**

- ✓ pH basique égale à 11.

- ✓ $T = 35^{\circ}$ à $40^{\circ} C$
- ✓ Temps d'immersion est : $t = 2 \text{ min}$
- ✓ $I = 10 A$
- ✓ Baumé* est de 14°

(*) Baumé : un appareil permettant de mesurer la densité d'une solution dont la graduation est en degré. Il permet aussi de mesurer la concentration de n'importe quelle solution. Ces appareils sont gradués à une température, il est nécessaire de faire une correction car le poids spécifique varie avec la température ainsi que le volume de l'aéromètre.

On procède à un cuivrage par immersion dans un bain contenant du cuivre en solution mélangé à d'autres produits chimiques et soumis à un courant électrique. la pièce à cuivrer est placée dans le bain et reliée à la cathode, l'anode sera en cuivre pur.



Fig.8 : bain de cuivre

❖ Les réactions qui se produisent dans le bain :

- A l'anode : les réactions d'oxydation possibles :



- A la cathode : les réactions de réduction possibles :



❖ Estimation de la masse de Cuivre déposée sur la pièce :

La masse théorique qui doit être déposée par dm^2 sur la pièce par l'application de la loi de Faraday est :

$$m = I \cdot t \cdot M / (n \cdot F) = (10 \cdot 2 \cdot 60 \cdot 63.5) / (2 \cdot 96500) = 0.395 \text{ g/dm}^2$$

Malheureusement je n'ai pas pu vérifier la loi Faraday et calculer le rendement en pesant un article avant et après la réalisation de dépôt de cuivre. Ceci est dû à l'absence de balance adéquate à l'entreprise.

🚦 Bain de cuivre acide : 700 l

➤ La composition du bain :

- ✓ Sulfate de cuivre (CuSO_4).
- ✓ Acide sulfurique (H_2SO_4).
- ✓ Anode « plaque de cuivre contenant une portion de phosphore ».
- ✓ Additifs : brillanters
 - Curbac base.
 - Curbac brillant.

→ Curbac nivelant.

➤ **Les conditions de travail :**

- ✓ $I = 2 \text{ A/dm}^2$
- ✓ $t = 15 \text{ min}$
- ✓ $T = 40^\circ \text{ à } 45^\circ \text{ C}$
- ✓ $\text{pH} = 4.5$

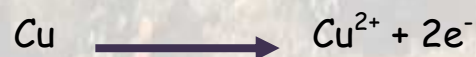
On procède de la même manière que le bain du cuivre alcalin sauf qu'ici, l'anode est constituée d'une grosse plaque métallique de composition d'une grande quantité de cuivre et d'une portion de phosphore. Ce dernier joue un rôle de catalyseur dans la réaction électrolytique.



Fig.9 : bain de cuivre acide

❖ Les réactions qui se produisent dans le bain :

- A l'anode : les réactions d'oxydation possibles :





- A la cathode : les réactions de réduction possibles :



d. Nickelage : 1800l

Les dépôts électrolytiques de Nickel sont blancs et durs. Ils offrent une bonne résistance à la corrosion et présentent une bonne tenue à l'oxydation atmosphérique et à la vapeur d'eau.

➤ La composition du bain :

- ✓ Sulfate de nickel (NiSO_4).
- ✓ Chlorure de nickel (NiCl_2).
- ✓ Acide borique (H_3BO_3).
- ✓ Anode de Nickel.
- ✓ Additifs :
 - Fixateur.
 - Brillanteur.
 - Mouillant.
 - Nivelant.
 - Purifier.

Ces additifs donnent une brillance vive au dépôt réalisé sur la surface de l'article.

➤ Les conditions de travail :

- ✓ $I = 25 \text{ A/dm}^2$
- ✓ $T = 60^\circ \text{ C}$

- ✓ pH= 3.8 à 4.8
- ✓ t= 10 à 15 min

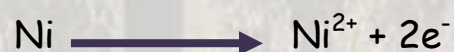
Lors du nickelage, on accroche tous les articles décoratifs à la barre cathodique et on place à l'anode plusieurs barres du métal de nickel. Lorsque que le courant passe, les ions positifs du nickel migrent vers le pôle négatif (articles décoratifs) et se déposent sous forme de couche de métal dont l'épaisseur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



Fig.10 : bain de

❖ Les réactions qui se produisent dans le bain :

- A l'anode : les réactions d'oxydation possibles :



- A la cathode : les réactions de réduction possibles :



e. Pré-argentage : 900€

On réalise un pré-argentage des articles pour éviter toute transmission des impuretés au bain d'argent.

➤ La composition du bain :

- ✓ Cyanure de potassium (KCN).
- ✓ Cyanure d'argent (AgCN).
- ✓ Anode d'Inox.
- ✓ Eau déminéralisée.

➤ Les conditions de travail :

- ✓ Courant fort égale à 200A
- ✓ $t = 10$ à 15 s
- ✓ filtration par charbon actif.



Fig.11 : bain de pré-

❖ Les réactions qui se produisent dans le bain :

- A l'anode : les réactions d'oxydation possibles :



- A la cathode : les réactions de réduction possibles :



f. Argentage : 900l

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 en raison de son potentiel très électropositif par rapport à la plupart des métaux.

➤ **La composition du bain :**

- ✓ Cyanure de potassium.
- ✓ Cyanure d'argent.
- ✓ Anode d'Argent.
- ✓ L'eau déminéralisée.
- ✓ Les brillanteurs :

→ Argalux brillant.

→ Argalux base.

➤ **Les conditions de travail :**

- ✓ $I = 10A$
- ✓ $t = 10 \text{ à } 15 \text{ min}$

Les articles sont immergés dans un bain électrolytique de sels d'argent à faible intensité de courant électrique. Plusieurs plaques d'argent pur sont accrochées sur la barre anodique. La cathode est constituée par les pièces à argenter.

Sous l'effet du courant électrique, les ions d'argent se déposent sur les pièces à traiter (cathode). Ce phénomène physicochimique demande un entretien constant du bain et de sa teneur en sel d'argent.

L'électrolyse de ce bain s'effectue en même temps qu'avec une agitation mécanique et une filtration en continue par la présence du charbon actif dans un filtre.



Fig.12 : bain

g. Dorure : 500€

Les dépôts d'Or sont jaunes, généralement tendres, de bonne soudabilité et de très bonne conductibilité thermique et électrique. Le revêtement est réalisé par un dépôt d'Or sur l'article précédemment subit un dépôt de nickel brillant.

➤ **La composition du bain :**

- ✓ Cyanure d'Or.
- ✓ Epidor 700 MU.
- ✓ Anode de platine.
- ✓ L'eau déminéralisée.
- ✓ Brillanteur Epidor 700 R.

➤ **Les conditions de travail :**

- ✓ $I = 10A$
- ✓ $T = 90 \text{ à } 100^{\circ}C$
- ✓ $t = 10 \text{ à } 15 \text{ s}$

✓ filtration par charbon actif

Pour réaliser un dépôt d'Or, on relie toutes les pièces sur la barre cathodique au milieu du bain d'électrolyse. Plusieurs plaques métalliques en platine sont accrochées sur la barre anodique. Lorsque le courant passe, les ions (cations) migrent et se déposent sur les pièces à traiter.

L'électrolyse du bain de dorure s'effectue avec une filtration en continu par la présence du charbon actif.



Fig.13 : bain de

❖ Les réactions qui se produisent dans le bain :

- A l'anode : les réactions d'oxydation possibles :



- A la cathode : les réactions de réduction possibles :



h. Le séchage:

Les pièces traitées auparavant dans les bains d'électrolyse sont rincées puis séchées dans un four à une température adaptée de 100°C à 120°C.

V-TRAITEMENT DES REJETS :

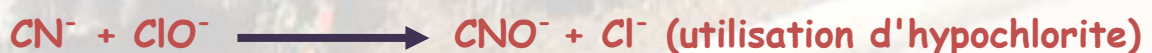
Depuis de nombreuses années, **SADF** a fait de la préservation de l'environnement une partie intégrante du processus de développement de l'entreprise.

Les traitements et surtout les revêtements de surface utilisent des bains très acides ou très basiques, presque toujours chargés de produits hautement toxiques comme les cyanures, les métaux lourds...

Les effluents liquides générés par la société **SADF** sont épurés avant d'être rejetés dans le milieu naturel ou dans les stations d'épuration urbaines.

1- Dé-cyanuration :

Il existe diverses méthodes permettant d'éliminer les cyanures présents dans l'eau, mais la plupart s'applique aux eaux usées. La méthode pratiquée à **SADF** est la destruction par chloration « l'emploi d'hypochlorite de sodium HOCl en milieu alcalin pH=11,5 », qui constitue probablement la méthode la moins coûteuse et la plus pratique. On oxyde le cyanure partiellement en cyanate (substance moins toxique) ou complètement en dioxyde de carbone et en azote.



2-La neutralisation acido-basique :

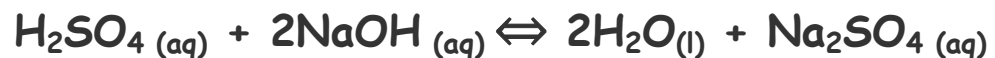
De nombreux rejets industriels contiennent des matières alcalines ou acides qui nécessitent une neutralisation avant rejet dans un réseau d'égouts urbain ou dans les cours d'eau ou avant un traitement ultérieur chimique ou biologique.

Une neutralisation est l'action de mettre un acide en présence d'une base (ou inversement) de manière à obtenir une solution neutre. Les réactifs d'une neutralisation sont un acide et une base alors que ses produits sont un sel neutre et de l'eau.



Regardons la neutralisation de l'acide sulfurique par l'hydroxyde de sodium.

L'équation de neutralisation est:



La réalisation pratique de ce procédé est assez simple. On place dans un mélangeur l'effluent à neutraliser et la base (ou l'acide) à l'aide de pompes doseuses dont le débit est régulé par contrôle du pH final. Une fois neutralisée, l'effluent sort du mélangeur à l'aide d'une pompe de soutirage.

VI- CONCLUSION GENERALE:

Ce stage effectué au sein de la société **SADF**, m'a permis de voir l'application du procédé d'électrolyse à l'échelle industrielle et de comprendre le phénomène de traitement de surface.

Ce stage m'a été très fructueux, il m'a permis de comprendre le fonctionnement de cette entreprise et de confronter mes connaissances scientifiques et théoriques à la réalité pratique du monde de l'industrie.

Cette expérience au sein de l'entreprise sur les traitements de surface, m'a montré que plusieurs facteurs influencent sur le dépôt électrolytique tels que : pH de la solution, Température, densité du courant, l'ajout des brillanters, le temps d'immersion et la concentration de l'électrolyte.

