

# Revetements

Baya MELIK

Université BISKRA

# Table des matières



<b>Introduction</b>	3
<b>I - Revêtements</b>	4
1. Dépôts de particules (Projection thermique) .....	4
2. Dépôts massifs .....	4
2.1. Dépôts par immersion dans un métal fondu .....	4
3. Dépôts atomiques .....	6
3.1. Dépôts physiques en phase vapeur PVD .....	8
4. Exercice : j'ai bien compris .....	9
5. Exercice .....	10
6. Exercice .....	10
7. Exercice .....	10
<b>Glossaire</b>	11
<b>Abréviations</b>	12
<b>Bibliographie</b>	13
<b>Webographie</b>	14

# Introduction

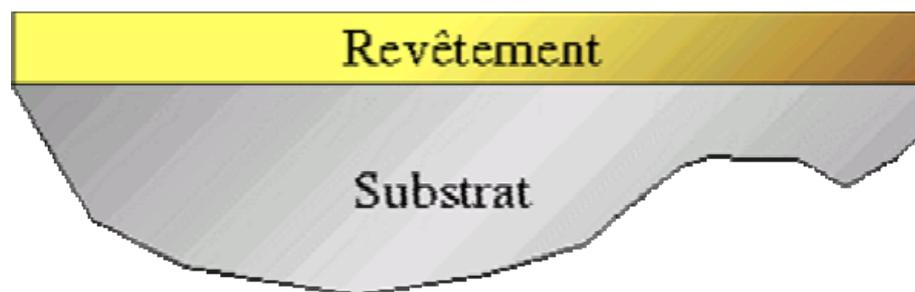


Revêtements de surface\* constituent actuellement un des moyens essentiels pour améliorer les propriétés fonctionnelles des métaux, notamment la résistance à l'oxydation et à la corrosion, la tenue à la fatigue sous toutes ses formes (fatigue mécanique, fatigue thermique, fatigue de surface)\*, l'isolation thermique, la conductivité électrique, la résistance au frottement et à l'usure, sans oublier la couleur et l'aspect, la biocompatibilité ou l'adhésion d'une autre classe de matériaux (céramique ou polymère).

On parle de dépôts et revêtements lorsque le matériau d'apport ne réagit pas avec le substrat et n'y diffuse pas ou très peu

ce partie de cour a pour objectifs

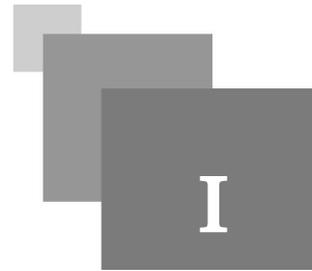
- définir les traitement mécanique de surfaces
- Identifier les procédés de galetage et de martelage .
- Citer les avantages de galetage.
- déterminer les applications de martelage.



*Revetements*



# Revetements



## 1. Dépôts de particules (Projection thermique)

### *Principe générale*

La projection thermique regroupe l'ensemble des procédés grâce auxquels un matériau d'apport est fondu ou porté à l'état plastique grâce à une source de chaleur, puis est projeté sur la surface à revêtir sur laquelle il se solidifie. La surface de base ne subit ainsi aucune fusion. L'adhérence du dépôt est mécanique. La matière à déposer, sous forme de poudre, de fil, de cordon ou de baguette est fondue totalement ou partiellement dans une source de chaleur (flamme, arc électrique, plasma). Un gaz vecteur permet une pulvérisation de la matière, et le transport des gouttelettes ainsi formées jusqu'à la surface à revêtir.

## 2. Dépôts massifs

Dans cette catégorie on va distinguer les revêtements obtenus par :

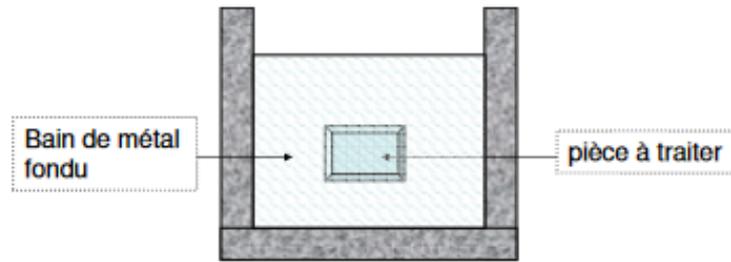
- Dépôts par immersion dans un métal fondu\*.
- Dépôts chimiques.
- Dépôts électrolyse\*
- Peinture par électrophorèse.
- Vernis et peintures.

### 2.1. Dépôts par immersion dans un métal fondu

Le substrat est immergé dans le métal d'apport fondu qui vient se solidifier sur le substrat. Cela nécessite une différence de point de fusion entre le métal fondu et le substrat, importante.

Les dépôts les plus courants sont la galvanisation à chaud (dépôt d'un alliage de zinc) très appliquée en anticorrosion et l'étamage (dépôt d'un alliage d'étain). Il est possible de déposer du cadmium, de l'indium et du plomb.

L'épaisseur des dépôts obtenue est assez irrégulière et il y a des difficultés pour obtenir des dépôts minces. L'adhérence est bonne surtout lorsque le temps est long et la température élevée pour lesquels il y a un début de diffusion. Toutefois en terme de tonnage,



### *Dépôt par immersion*

la galvanisation à chaud est parmi les tonnages les plus élevés réalisés en traitement de surface car elle concerne tous les composants de construction métalliques même si elle a pu être concurrencée par les techniques de peinture performantes comme le thermolaquage, le poudrage ou l'électrophorèse



*Exemple de pièces traitées par galvanisation*

### *Dépôts chimiques et dépôts par déplacement*

Le milieu de dépôt est une solution aqueuse dans laquelle intervient une réduction chimique du métal. Les dépôts chimiques les plus courants sont le cuivrage utilisé par exemple en blindage électromagnétique, le nickelage (nickel phosphore éventuellement durci par un traitement thermique après dépôt, jusqu'à 700 HV) très utilisé comme revêtements conjuguant résistance à la corrosion et propriétés tribologiques.

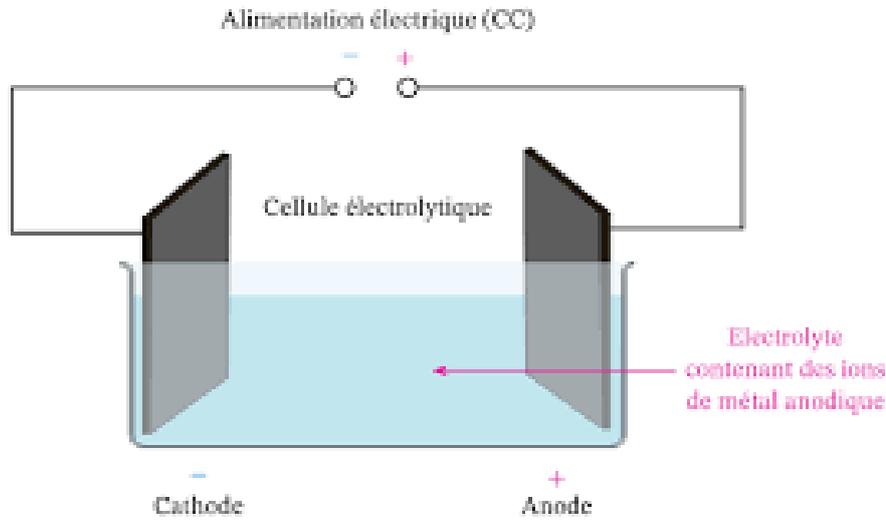
Tous les substrats peuvent être revêtus après éventuellement une phase d'activation spéciale pour les matériaux non conducteurs. La température de traitement est  $<100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La vitesse de déposition est faible mais les dépôts sont très uniformes (insensibles aux effets de pointe)

### *Dépôts électrolytiques*

Le milieu de dépôt ou électrolyte peut être une base aqueuse, un solvant organique ou des sels fondus à basse température. Les liquides ioniques sont une nouvelle voie en cours d'exploration avec des perspectives de dépôts de matériaux difficiles à obtenir par les méthodes actuelles.

L'anode est du type soluble lorsqu'elle est constituée du métal d'apport et insoluble lorsqu'elle ne contribue qu'à l'électrolyse de la solution qui contient en solution un composé (sel) du métal d'apport, il peut y avoir combinaison d'un apport par l'anode et par l'électrolyte.

Les dépôts électrolytiques s'obtiennent le plus souvent en milieu aqueux à basse température (inférieure à 100 °C). La vitesse de dépôt varie de 0,5 à plus de 5 µm/min. Le pouvoir de recouvrement est bon ainsi que l'adhérence



#### *Dépôts électrolytiques*

L'épaisseur des dépôts varie de quelques µm à quelques 1/10ème de mm voire de 1 à 2 mm\*. On distingue ainsi la famille des dépôts minces et des dépôts épais parfois utilisés en réparation. Tous les matériaux conducteurs ou rendus conducteurs peuvent être revêtus. Pratiquement tous les métaux et certains de leurs alliages (codéposition) sont susceptibles d'être déposés par électrolyse soit aqueuse soit en solvants ou sels fondus. Certains dépôts peuvent inclure des particules minérales ou organiques dures ou lubrifiantes. Les applications les plus importantes sont dans les domaines de la résistance à la corrosion et de la décoration des aciers.

#### 2.1.1. Facteurs de Dépôts électrolytiques

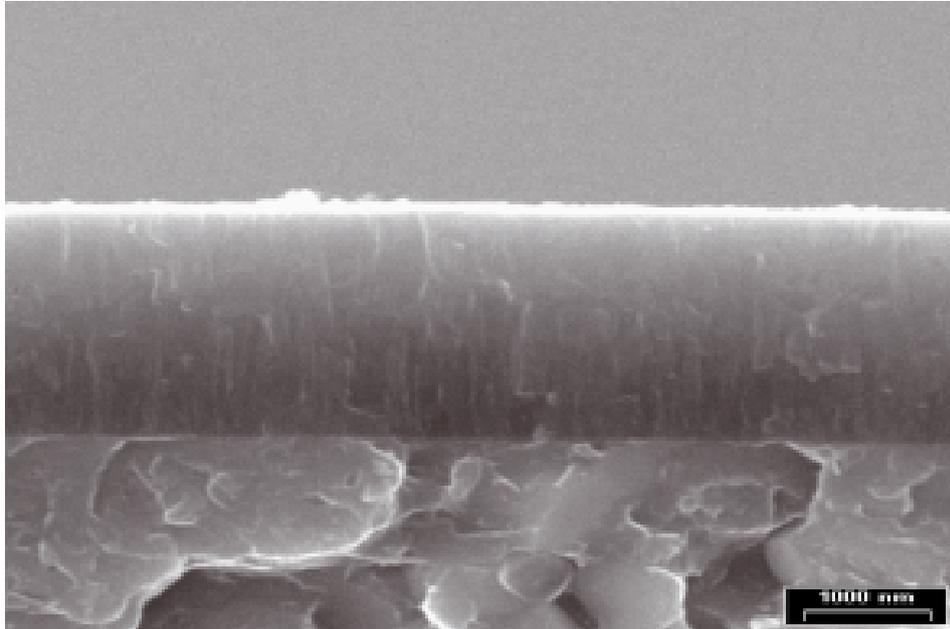
- Température de bain
- Agitation au cours d'électrolyse
- pH de bain
- densité de courant
- Nature de l'électrolyte
- Concentration de l'électrolyte

### 3. Dépôts atomiques

#### *Dépôts chimiques en phase (CVD)*

La technique CVD\*\* permet de réaliser, par réaction chimique en phase vapeur, des dépôts solides, sur

différents supports métalliques. Les températures de réaction sont élevées : 600 à 1400 °C avec un avantage sur l'adhérence des dépôts et un Inconvénient sur les déformations induites et l'effacement d'éventuelles caractéristiques mécaniques obtenues par un traitement thermique préalable. Les dépôts sont de faible épaisseur : 1 à 10 µm. Après revêtement CVD\*, les pièces en acier doivent être soumises à un traitement de trempe sous vide et revenu, apportant les propriétés recherchés pour la tenue de la sous-couche, et la liaison dépôt substrat.



*Dépôt de CrN observé au MEB*

### *Type de dépôts réalisés*

Dans sa configuration actuelle, l'équipement permet la réalisation de dépôts monocouche ou multicouche de :

- Nature : Carbure de Titane et Nitrure de Titane
- Propriété type : Résistance à l'usure abrasive et Résistance à l'usure adhésive
- Microdureté : 2800-3000 HV et 2000 - 2200 HV
- Epaisseur : jusqu'à 5 µm et jusqu'à 5 µm
- Couleur : gris et jaune

### *Les avantages du CVD*

- Totalement uniforme, absence de trous
- Peut se déposer sur des matériaux sensibles thermiquement de type silicones et élastomères
- Revêtements de pièces complexes

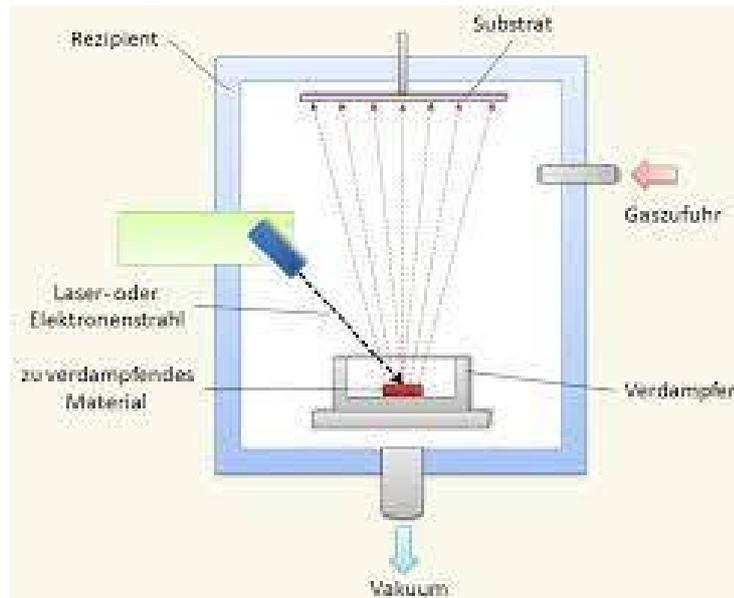
### 3.1. Dépôts physiques en phase vapeur PVD

#### Définition

Le dépôt physique en phase vapeur (PVD\*) est un procédé de revêtement en couche mince qui produit des revêtements de métal pur, d'alliages métalliques et de céramiques d'une épaisseur généralement comprise entre \*

1 et 10  $\mu\text{m}$ .

\* Comme son nom l'indique, le dépôt physique en phase vapeur est le dépôt physique d'atomes, d'ions ou de molécules d'une substance de revêtement sur un substrat



Dépôt PVD

#### Type de dépôt PVD

-Évaporation sous vide\*

-Dépôt ionique\*

-Pulvérisation cathodique

Ces trois techniques peuvent être utilisées pour le dépôt direct de matériaux ou pour des applications „réactives”, où des réactions chimiques se produisent dans la phase vapeur/plasma entre les atomes du matériau de revêtement et le gaz „réactif”. La température du substrat revêtu est généralement comprise entre 200 et 400° C, ce qui est bien inférieur aux températures associées au CVD\*, un autre procédé de couches minces. Le PVD\* est un procédé en ligne qui nécessite un accès facile à la surface du substrat. Faites tourner certaines pièces pour obtenir un revêtement uniforme.

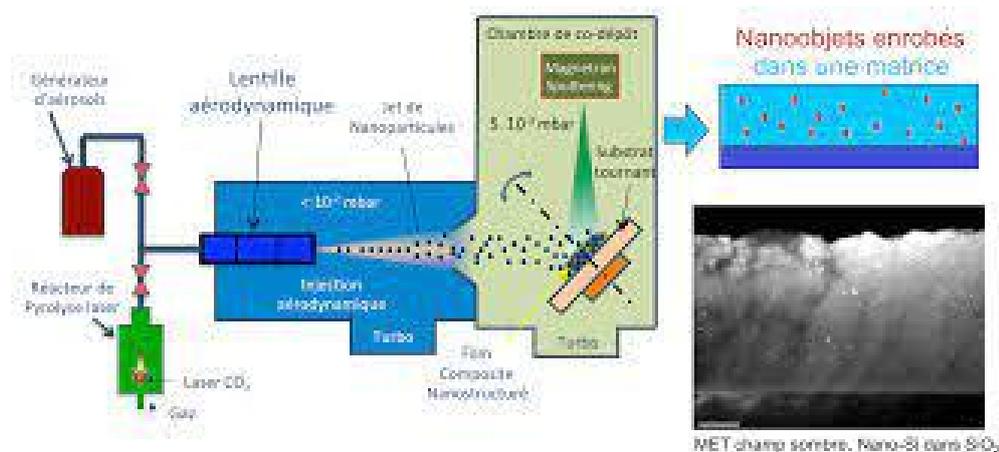
\*

## Principe

L'évaporation thermique consiste à chauffer un matériau pour produire une vapeur qui se condense sur le substrat pour former un revêtement. Le chauffage est obtenu par diverses méthodes, notamment la fibre chaude, la résistance électrique, le faisceau d'électrons ou le laser et l'arc. La pulvérisation implique la génération d'un plasma entre la couche de revêtement et le substrat. Le placage ionique est essentiellement une combinaison de l'évaporation thermique et de la pulvérisation.

LePVD\* est un procédé de revêtement\* par lots avec des temps de cycle typiques de 1 à 3 heures, selon le type de matériau appliqué et l'épaisseur de revêtement souhaitée.

Les taux d'application typiques vont de 50 à 500  $\mu\text{m}/\text{heure}$ ,\* selon la technologie. Les pièces revêtues ne nécessitent aucun traitement mécanique ou thermique supplémentaire et sont protégées des influences extérieures.



*Dépôt en phase vapeur (PVD) couplé à un jet de nanoparticules, pour la synthèse de revêtements nanocomposites*

## Application de dépôt PVD

Les revêtementsPVD\* ont de nombreuses applications, notamment

- les pistes en aluminium et les résistances en céramique pour les circuits électroniques,
- revêtements céramiques anti-reflets pour l'optique,
- revêtements décoratifs sur les plastiques,
- revêtements résistant à la corrosion sur les aubes de turbines à gaz,
- pour la fabrication de montres ou la finition de montres
- peuvent être utilisés pour les robinets de salle de bains,
- des revêtements résistants à l'usure pour les machines à estamper et les outils.

## 4. Exercice : j'ai bien compris

c'est quoi la galvanisation ?

## 5. Exercice

Le milieu de dépôt ou électrolyte peut être

- une base aqueuse
- un solvant organique
- des sels fondus à basse température
- des sels fondus à haute température.

## 6. Exercice

Après revêtement CVD\*, les pièces en acier doivent être soumises à

- un traitement de trempe sous vide et revenu,
- un traitement de relaxation

## 7. Exercice

Le milieu de dépôt ou électrolyte peut être

- une base aqueuse
- un solvant organique
- des sels fondus à basse température
- des sels fondus à haute température.

# Glossaire



## **surfaces**

c'est enveloppe exterieur de l'objet qui détermine son volume





# Bibliographie



. KLOCKE. J. LIERMANN. Roller burnishing of hard turned surfaces, international journal of machines tools et manufacture vol 38 P.P 419-423 (1998)



# Webographie



<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/traitements-de-surface-des-metauxpar-voie-seche-et-en-milieu-fondu-42360210/revetements-par-projection-thermique-m1645/la-projectionthermique-m1645niv10001.htm>