

## 7.3 Les revêtements électrolytiques

### Le zingage électrolytique ou électrozingage

Le zingage électrolytique est un procédé simple d'utilisation et économiquement compétitif.

Il est réalisé par électrolyse d'une solution aqueuse contenant des sels métalliques et non métalliques dont la nature dépend de l'application envisagée et des propriétés souhaitées du revêtement. La grande variété des dépôts obtenus suivant la formulation et les conditions de dépôt rend ce revêtement incontournable dans de nombreuses applications.

Les anodes pour le zingage électrolytique sont du zinc, le métal consommé est de haute pureté car sa qualité conditionne la marche du bain d'électrolyse.

Le revêtement par voie électrolytique ajoute à la régularité du dépôt obtenu, qui est la caractéristique majeure du procédé, le pouvoir dans le cas du zinc, d'être anodique vis-à-vis du fer (acier) et de présenter ainsi les conditions d'une bonne protection contre la corrosion.

Cette régularité de l'épaisseur de dépôt présente un avantage important pour les pièces délicates et précises, les tolérances restent acquises sans nécessité des opérations complémentaires de reprise de finition.

Le revêtement par voie électrolytique se prête parfaitement bien au traitement éventuel de chromatisation qui permet de stabiliser l'aspect du dépôt de zinc, tout en renforçant la tenue à la corrosion.

Le zingage électrolytique s'effectue dans des installations classiques d'électrolyse mais évidemment spécialement affectées au traitement par le zinc.

On utilise le plus souvent des bains cyanurés, la densité de courant étant de l'ordre de  $3A/dm^2$ .

Pour les petites pièces, il est avantageux de traiter au tonneau.

Les pièces importantes (gros diamètres, longueurs inhabituelles) seront traitées à l'attache mais avec un coût nettement plus important, afin d'éviter les phénomènes de chocs sur filets.

#### Importance de la séquence d'électrozingage

Satisfaire les critères de qualité exigés par les donneurs d'ordre impose à l'exploitant la maîtrise du procédé, en l'occurrence la maîtrise de la stabilisation de l'électrolyte pour une conduite optimale de fonctionnement du réacteur. Ainsi, et s'agissant d'un réacteur fermé de type batch (cas du traitement à l'attache ou en vrac), la composition du bain évolue tout au long des campagnes suite aux réactions susceptibles de se dérouler au sein du réacteur mais également en raison des entraînements des postes amont vers les postes aval.

De nombreux travaux ont permis d'établir que les propriétés structurales d'un revêtement électrolytique dépendent de la densité de courant imposée, de la composition de l'électrolyte (c'est-à-dire de la forme chimique sous laquelle se trouve la phase mère dans l'électrolyte ainsi que de la nature des additifs), du substrat et du procédé d'application.

Une approche globale basée sur l'établissement d'un bilan matière pour chaque constituant minéral de l'électrolyte permet à l'exploitant une meilleure compréhension du fonctionnement du réacteur. Ce faisant, il sera en situation de définir les consignes de concentration, et par là-même, les actions correctives à mener pour maintenir l'équilibre de fonctionnement du système.

### La chromatisation

La chromatisation est un traitement de conversion chimique pouvant être appliqué par immersion ou par aspersion à partir d'une solution contenant du chrome hexavalent comme constituant principal. Elle permet de former des couches complexes d'oxydes et de sels de chrome sur des revêtements électrolytiques de métaux communs comme le zinc. Ce procédé confère au matériau des propriétés particulières telles que :

- une amélioration de la résistance à la corrosion des systèmes de protection cathodique de revêtements de zinc sur substrat acier due à l'effet inhibiteur de corrosion du chrome hexavalent,
- une excellente base d'accrochage pour les finitions organiques.

#### Matériaux susceptibles d'être chromatisés

Le procédé de chromatisation peut être réalisé sur un certain nombre de métaux et leurs alliages, tels que le zinc électrolytique ou galvanisé, l'aluminium, l'argent, le cadmium, le magnésium et le cuivre.

Cette partie est consacrée uniquement à la chromatisation sur zinc, utilisée dans le domaine des fixations.

#### Méthodes d'application

La surface de la pièce à chromater doit être exempte de graisses pour permettre une bonne adhérence et une homogénéité de la couche de conversion. Pour cette raison, on réalise généralement le traitement de chromatisation directement après le rinçage de l'étape de zingage, ou après le dégazage.

Le traitement consiste à immerger le produit à chromater (durée d'immersion variant de quelques secondes à plusieurs minutes) dans une solution acide constituée majoritairement :

- des sels de chrome hexavalent ou d'un mélange de sels de chrome hexavalent et trivalent,
- d'anions activateurs tels que fluorures, chlorures, sulfates, phosphates... Ils déterminent les caractéristiques, la vitesse de formation et les propriétés du film chromaté,
- d'anions réducteurs (acétates, formiates, oxalates...) qui activent la cinétique de réduction du chrome hexavalent en chrome trivalent,
- d'un acide qui permet d'activer le substrat métallique.

**Rôle de la couche**

La couche de chromatisation réalisée sur un matériau revêtu peut avoir un triple rôle :

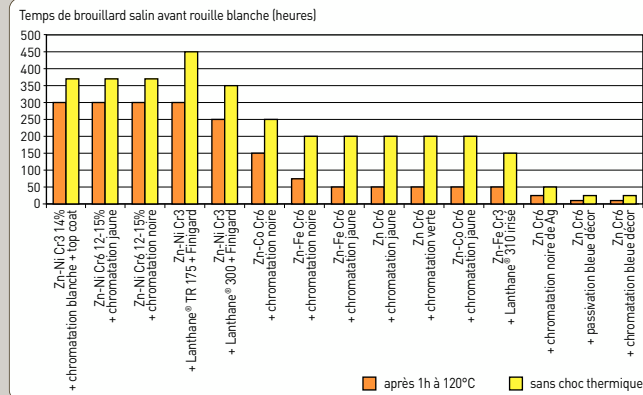
- améliorer la résistance à la corrosion du matériau en retardant notamment le phénomène de rouille blanche du zinc, puis de rouille rouge de l'acier,
- donner à la pièce un aspect esthétique sans autre traitement,
- assurer l'adhérence d'un revêtement organique en conditionnant la surface pour qu'elle soit apte à recevoir une finition organique.

**Tenue à la corrosion**

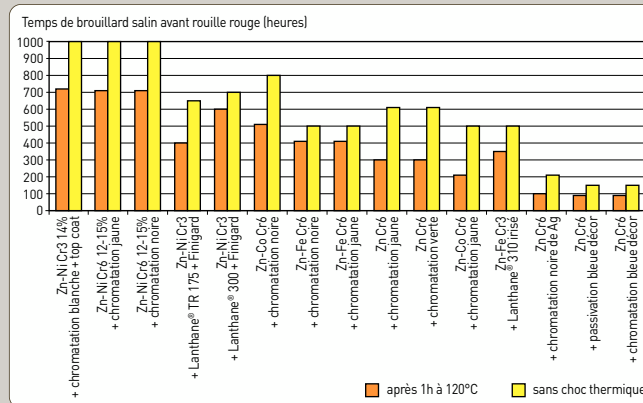
La couche de chromatisation agit, dans un premier temps, comme couche passive et barrière, diminuant la vitesse de dissolution du zinc, même lorsqu'il est couplé à l'acier. La «durée de vie» de la couche de zinc est ainsi augmentée, sans diminuer significativement l'efficacité de la protection galvanique. C'est aussi un inhibiteur cathodique efficace diminuant ainsi la réduction de l'oxygène à la surface du métal.

Enfin, la présence d'ions «chromate» solubles dans la couche de chromatisation apporte un effet cicatrisant.

Les diagrammes 7.3-1 et 7.3-2 représentent respectivement les tenues au brouillard salin de divers dépôts de zinc et zinc alliés revêtus de différents types de chromatisation avant apparition de rouille blanche et avant apparition de rouille rouge. Pour chaque figure, sont comparés les systèmes ayant subi ou non un choc thermique de 1 heure à 120°C. Ces valeurs sont données à titre d'exemple et les besoins doivent être précisés à la commande. Les tenues au brouillard salin varient avec l'épaisseur du revêtement et le processus de réalisation (au tonneau ou à l'attache). Elles sont constatées en sortie de traitement. Les opérations postérieures (notamment le conditionnement) peuvent dégrader les performances.



7.3-1 Résistance au brouillard salin de revêtements de zinc chromatés avant apparition de rouille blanche



7.3-2 Résistance au brouillard salin de revêtements de zinc chromatés avant apparition de rouille rouge