7.6 Galvanisation à chaud

Définition

La galvanisation à chaud consiste à recouvrir de zinc un métal ferreux, principalement l'acier, par l'immersion dans un bain de zinc en fusion. Le revêtement ainsi obtenu doit avoir les meilleures qualités de continuité, de régularité d'épaisseur et d'adhérence au métal de base. C'est la recherche de ces qualités qui conditionne les techniques d'exécution du procédé.

Caractéristiques du revêtement

La température de fusion du zinc est de 419°C ; la galvanisation à chaud s'effectue normalement de 440 à 460°C.
A l'immersion du fer (acier) dans le zinc fondu, il se produit une réaction entre les deux métaux qui amène une diffusion entre le fer et le zinc entraînant la formation de couches d'alliages.
L'examen micrographique de coupes des revêtements permet de différencier les phases qui se succèdent du fer vers la surface extérieure :

	Alliage de	Dureté (Mpa)
- phase gamma ou couche d'adhérence	21 à 28% de fer	4500-5500
- phase delta :	7 à 12% de fer	2500-4500
- phase dzêta :	5 à 6% de fer	1800-2700
- phase êta ou couche de zinc pur	≤ 0,03% de fer	300-500

La galvanisation apporte aux pièces en acier une double protection contre la corrosion :
- protection physique par la barrière / écran que forme le revêtement de zinc et sa tenue à la corrosion.
- protection électrochimique par effet cathodique, due au pouvoir sacrificiel en vas de blessure du revêtement.

La très faible vitesse de corrosion du zinc permet d'obtenir des pièces avec une longévité remarquable.

Annuel	Milieu	Temps moyen de longévité du zinc (*)
0,5 à 1,5 microns	Extérieur en milieu rural	50 ans et +
1 à 3 microns	Extérieur en milieu urbain, selon le taux de pollution	25 à 30 ans et +
1,5 à 4 microns	Milieu marin	20 à 30 ans et +
3 à 8 microns	Milieu industriel	15 à 20 ans et +

* Epaisseur de revêtement conforme à la norme NF EN ISO 1461 (Ces données n'ont aucune valeur contractuelle)

Les différences d'épaisseur de ces couches dépendent, comme d'ailleurs l'épaisseur totale du revêtement, d'un certain nombre de facteurs influencés par l'intensité et la durée de la réaction par l'opération d'immersion dans le bain de zinc.

L'importance des opérations de préparation

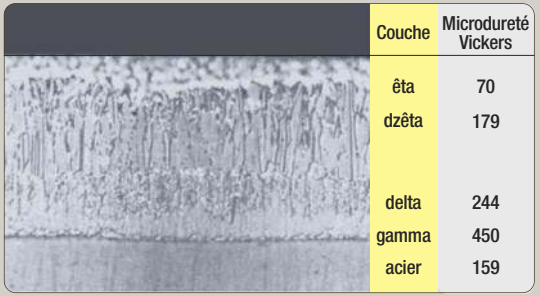
La galvanisation à chaud nécessite un traitement de préparation de surface particulier de façon à ce que le contact fer-zinc, dont il vient d'être question, se réalise intimement en tous points des pièces traitées.

Les opérations préliminaires sont, dans l'ordre : dégraissage, rinçage, décapage, rinçage, fluxage*, préchauffage et couvert (pour la galvanisation humide).

* **Le fluxage** consiste à déposer sur la surface des pièces un mélange de chlorure de zinc et de chlorure d'ammonium. L'opération a trois objectifs :
- parfaire la préparation de surface (dissolution des oxydes de fer réformés à la surface au cours de l'opération de rinçage),
- protéger la surface de toute oxydation avant immersion dans le bain de zinc,
- assurer une bonne mouillabilité de la surface des pièces par le zinc fondu.

La qualité finale du revêtement dépend en grande partie de la maitrise du process de préparation, puis de la maitrise du cycle de température pendant l'opération de revêtement proprement dite.

7.6-1 **Coupe micrographique d'un revêtement par galvanisation**



Galvanisation proprement dite

La qualité d'une galvanisation dépend des opérations préliminaires de préparation de surface que nous venons de voir, et dont le rôle est extrêmement important sur ce qu'on appelle la «prise de zinc» résultant du contact Fe-Zn. Elle dépend aussi d'un nombre appréciable de facteurs dont les principaux sont :

- la température du bain de zinc,
- la durée d'immersion,
- la vitesse de retrait des pièces,
- la composition du zinc dans le bain,
- le refroidissement suivant le retrait,

et évidemment l'influence de la nature des aciers, constituant les objets ou structures à galvaniser.

Applications

Les profilés galvanisés ont trouvé des applications particulièrement intéressantes dans la construction métallique : structures de bâtiments, charpentes, pylônes de grande hauteur, etc.
Au contact de la galvanisation avec le béton, il se crée une couche d'hydroxy zincate de calcium qui se comporte comme une couche de passivation et améliore l'adhérence au béton, évitant ainsi l'éclatement du béton provoqué par l'oxyde de fer.

Industrie du tréfilage de l'acier
La galvanisation à chaud est pratiquée systématiquement dans toutes les usines de tréfilage de l'acier. L'opération se fait en continu.

Industrie du tube d'acier
Toutes les usines de fabrication de tubes d'acier (tubes soudés et tubes étirés sans soudure) possèdent des installations de galvanisation très importantes et fortement mécanisées dans toutes les différentes opérations de traitement car le tube galvanisé a de très nombreuses applications, aussi bien comme conducteur de fluides (canalisations d'eau, de gaz, d'air comprimé, d'air de conditionnement thermique), que comme élément de construction : pylônes, échafaudages métalliques, structures et charpentes tubulaires, etc.

Industrie de la tôle d'acier
La galvanisation à chaud des tôles, qui s'effectuait, il y a encore quelques années, suivant le procédé classique sur des tôles en dimensions finies sous le nom de galvanisation feuille-à-feuille, est actuellement presque entièrement supplanté par la galvanisation des tôles en bandes continues.

Tôles prélaquées
Depuis les années 1960, les bandes d'acier galvanisées jouissent d'une présentation complémentaire qui, depuis lors, connaît une très forte progression de ses applications : il s'agit de la tôle prélaquée sur tôle d'acier galvanisée.

Les traitements de préparation de surface et d'application des laques sont réalisés sur des lignes de prélaquage importantes exploitant des procédés technologiques très perfectionnés qui concourent à l'obtention de produits de hautes performances en qualité, adhérence, ductilité... et en aspect : homogénéité, fixité des couleurs avec de nombreuses teintes de présentation des produits.

La tôle prélaquée est fournie commercialement en bandes de 0,60 à 1,50 m de largeur, en feuilles de mêmes largeurs et en bandes refendues toutes largeurs.

Ses principales applications se situent en construction métallique et bâtiment (couvertures, bardages, murs, rideaux...), en climatisation, en électroménager, en agriculture (équipements agricoles), en construction automobile, en emballage...

Application aux fixations

La norme NF EN ISO 10684 spécifie les matériaux, les étapes du procédé, les dimensions et caractéristiques fonctionnelles des revêtements de galvanisation à chaud s'appliquant aux fixations à pas gros de M8 à M64, de classes de qualité jusqu'à 10.9 pour les vis et goujons et jusqu'à la classe 12 pour les écrous.
La galvanisation à chaud n'est pas recommandée pour les fixations à pas fin et/ou de diamètre inférieur à M8.

Une des caractéristiques d'un revêtement par galvanisation est son épaisseur, au minimum de 40 µm localement et en moyenne au minimum de 50 µm. Les filetages doivent donc être adaptés afin de conserver les écarts fondamentaux (jeux fonctionnels) nécessaires. Deux méthodes le permettent :

- des vis dont le filetage est de position de tolérance g ou h avant revêtement, avec des écrous à filetage majoré, de classe de tolérance 6AZ ou 6AX après revêtement. L'écrou sera alors marqué Z ou X immédiatement après le marquage de sa classe de qualité.
- Des vis à filetage minoré, de classe de tolérance 6az avant revêtement, avec des écrous à filetage de position de tolérance H ou G après revêtement. La vis sera alors marquée U immédiatement après le marquage de sa classe de qualité.

Attention : Les écrous à filetage minoré ne doivent JAMAIS être montés sur des vis à filetage minoré il existe un risque majeur de ruine de l'assemblage par d'arrachement du filet.

- Les marquages Z, X ou U ci-dessus indiqués doivent être repris sur l'emballage.
- Cependant, si vis et écrous sont emballés ensemble, et livrés dans l'emballage scellé du fabricant, le marquage complémentaire des produits n'est pas obligatoire : le marquage obligatoire de l'emballage est considéré comme suffisant.
- Le marquage complémentaire des produits et de l'emballage n'est pas non plus obligatoire dans le cas d'un produit défini dans une norme de produit qui spécifie la tolérance de filetage des vis (ou goujons) et écrous, impliquant de ce fait que le fabricant n'a pas le choix de la tolérance de filetage.

Avertissement : Pour les filetages M8 et M10, les charges d'épreuve et les contraintes sous charge d'épreuve des écrous ainsi que les charges ultimes en traction et les charges d'épreuve des vis et goujons sont spécifiées dans l'annexe A de la norme NF EN ISO 10684.

7.6-2 **Application de produits galvanisés : pylônes**

7.6-3 **Application de produits galvanisés : antennes**