

Protection des constructions en acier contre la corrosion

I. Introduction

Il existe trois types de protections de l'acier:

- la protection en masse (acier inoxydable)
- la protection cathodique: exemple dépôt de zinc qui est anodique par rapport à l'acier et donc qui se donne sacrifiquement au profit de l'acier et procure la réalisation d'une couche étanche d'oxyde de zinc.
- la protection par une peinture

II. Les systèmes de peintures:

Elles sont constituées de trois composants:

- liants
- pigments
- solvants et plastifiants.

a) Les liants:

Ce sont les éléments fondamentaux qui permettent d'obtenir le film sec: le séchage et le durcissement du film se font par:

- évaporation des solvants et des diluants
- oxydation par l'air
- transformation chimique (polymérisation par exemple).

Les liants les + courants:

- huiles grasses siccatives
- mélange d'huile grasses et de résines artificielles
- résines de synthèse: acrylique, acrylique, époxydique

polyuréthane, silicone

- caoutchoucs chlorés ou isomérisés
- produits bitumineux.

b) 6 pigments.

⇒ les pigments ininhibiteurs de corrosion :

- ①
- minium ou ortho plommate de plomb (Pb_3O_4)
 - blanc de plomb (PbO)
 - ~~cyano~~ ^{cyanoxyde} de plomb
 - chromate et sulfate basique de plomb
 - ortho chromate de plomb
 - chromate et tétraoxychromate de zinc
 - plommate de calcium
 - chromate de baryum et de strontium
 - poudre de zinc
 - poudre de plomb.

la classe ① réagit avec un électrolyte pour former des sels ou des hydroxydes insolubles.

Ils réagissent avec les peintures à l'huile ou les diéroglycophthaliques des sels insolubles qui ↑ l'imperméabilité et la durée de protection.

la classe ② : protection cathodique classique. Il faut alors une grande quantité de zinc en poudre et un très bon contact avec la tôle d'acier.

→ 90 à 95% de poudre de zinc

→ néoalface. mis à nu de la tôle d'acier peignable.

Les différents systèmes de peinture.

(3)

G. Sabeau C2 505-6.

la nature / composition des peintures dépend des environnements d'utilisation.

atmosphère rurale peu polluée: épaisseur 80 à 120 μm

atmosphère marine ou industrielle: épaisseur 150 à 200 μm .

III. la protection par des métaux:

- Galvanisation à chaud.

350 à 1000 g. m^{-2} de zinc soit des épaisseurs de 50 à 140 μm .

- galvanisation au pistolet (chopage).

du zinc en fusion est projeté sur les pièces par un pistolet métalliseur.

l'épaisseur varie généralement de 40 à 150 μm .

la couche de zinc appliquée est légèrement poreuse:

→ elle doit être complétée par application d'une peinture réactive.

- zinc électrolytique

- épaisseur 2,5 à 5 μm . jusqu'à 7,5 à 10 μm .

- le restant est ensuite un traitement de passivation.

- véritablement allié (Fe-Zn).

Par un traitement thermique on fait diffuser du Zn dans le feuillard d'acier.

Le Zn a été préalablement déposé par galvanisation.

On réalise alors un alliage Fe-Zn à la surface de la tôle. C'est ce qui est appelé une tôle d'acier galvanisée à véritablement allié (Fe-Zn).

La surface est traitée par chromatisation.

Avantage: soudure par point: l'alliage superficiel Fe-Zn présente une très bonne soudabilité.

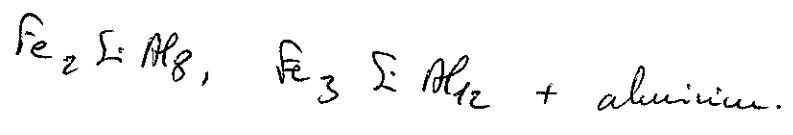
- Aluminage:

panache de tôle dans un bain d'aluminium
T ~ 660-680°C

Le bain contient de l'aluminium et de l'étain.

Etain: - évite la réaction de formation d'intermétallique Fe/Al ce qui permet ensuite le pliage de tôle.

la couche est constituée de:



3 types de dépôts:

- Alu¹: aluminium + étain → bonne déformabilité.

- Alu Pau²: aluminium, très peu de étain → - bonne déformabilité

mais ↑ résistance à la corrosion.

- Galvalume³: alliage Zn-Al avec 55% de Al + 1,5% Si

Complément galvanisation à chaud

tempé bain de zinc : $460^{\circ}\text{C} - 510^{\circ}\text{C}$

- Galflex[®], Galfan[®], Superzinc[®].

le bain comprend : Zn + Pb + antimoine + Al
soit 95 pour superzinc.

Aluminium :

- Il permet d'éviter la formation d'intermétallique Fer-Zinc
ce qui permet le pliage et l'échouissage des tôles.

typiquement : 0,12% de Al.

- c'est un desoxydant énergique
les mattes Fe-Zn qui baignent au fond du bain, deviennent des mattes Fe-Al-Zn
Pb, antimoine : qui flottent à la surface du bain - donc facilement
relever.

Pb : $\rightarrow 0,07\%$

Il permet d'améliorer la mouillabilité de la bande
 $x [\text{Pb}] > 0,018\%$ il est à l'origine de la cristallisation
apparente en fleuage
(le bâtiment a une bien cet aspect).

mais : problème de corrosion intergranulaire

Antimoine : permet d'avoir le même aspect sans les inconvénients
du plomb.

Remarque : pour des applications auto-crochets ou électro-mécaniques,
le fleuage n'est pas recherché, car il se situe sous les couches de
zinc (peinture)

le fleuage est : développement cristallisation du zinc depuis le
bain de galvanisation.

si ce plumeau apparaît c'est la germination et insuffisante (4th)
comment augmenter la germination ?

→ position de poudre de zinc sur la tôle juste galvanisée après
ou sortie du bain.

(la couche de Zn encore, cristallise sous l'effet de ces germes).
→ la cristallisation multiple permet le développement de petits germes
($< 100 \mu\text{m}$) invisibles à l'œil nu.

Rem: ce n'est plus top d'actualité, car le plomb a été supprimé du
bain.

matte: il s'agit de composés intermétalliques qui s'accroissent
sur toute la surface dans le bain de zinc.

Si ces mattes sont entraînées sur la bande, elles peuvent créer
des défauts.

→ Il faut les éliminer

→ élimination du bain (ajout d'aluminium justifié)

pour plus d'informations cf. T.I.

Tenue à la corrosion du zinc

- après galvanisation:

- dans les premiers heures \rightarrow \exists que des oxydes de zinc

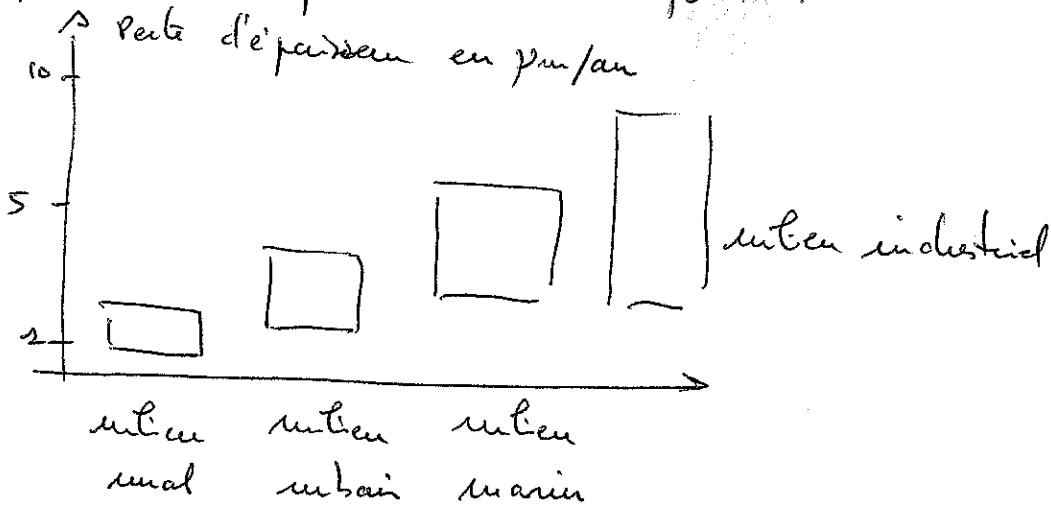
- dans 1 à trois mois \rightarrow \exists des hydroxydes de zinc (rouille blanche), matériaux pulvérisent, apparaît dans de mauvaises conditions de stockage (absorbé de l'air) et en présence d'humidité.

- 2 à 4 mois: - carbonate basique de Zn insoluble \rightarrow patine de zinc \rightarrow protection.

- hydro-sulfates et oxy chlorures de zinc solubles.

- 6-10 mois: transition sels insolubles - sels solubles

Durée de protection: dépend de l'atmosphère.



milieu	oxygène	humidité	CO_2	SO_2	Cl^-
sec	ZnO				
intérieur humide humide	ZnO	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$		
intérieur urbain	ZnO	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	"	$\text{Zn}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	
intérieur industriel	"	"	"	"	
marin	ZnO	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$	---	$\text{Zn}_5\text{Cl}_2(\text{OH})_8, \text{H}_2\text{O}$

Rem: Il faut éviter le contact du zinc avec le cuivre (complexes galvanoxydés) \rightarrow

en contact avec le plomb, l'aluminium, l'acier inoxydable et fonte.

Épaisseur de Zn par les applications

Article	épaisseur (µm)	Utilisation	
Épaisseur de passif (nm)	< 1	49	pylône, électrique, châssis de voitures, glisseurs, remorque.
	< 5	56	
	< 5	63	
	> 5	70	
Ecrous et Boulons	52	visseries	
Tôles	7-12	Tôles de bâtiment et électroménager	
Fils	4-10	Clôture, grillage	

Autres applications de la galvanisation

- Alu : principale application en continu sur des tôles par la protection contre la corrosion sur les pots d'échappement.
- Sn : dépôt sur acier faiblement allié (acier doux), fonte, alliage cuivre par application alimentaire : laiteries, charcuterie
=> étamage.
- Alliage Sn60-Pb40 : objets électrotechnique, prêt au brasage.
- Sn15-Pb85 : connexions de batteries, matériels de distribution d'essence, matériel de radiologie.