

# La galvanisation à chaud

## réussir la prescription de la galvanisation à chaud

### LES RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES

#### Avant galvanisation

- Bien référencer ses cahiers des charges. (1)
- Faire le bon choix des aciers (selon la norme NF A 35-503).
- Respecter la conception et la réalisation des pièces selon la norme NF EN ISO 14713.
- Indiquer au galvanisateur les exigences particulières d'utilisation des pièces.
- Exiger une attestation de conformité certifiant le respect des prescriptions de la norme NF EN ISO 1461.

#### Après galvanisation

- Prendre les bonnes dispositions de transport et de stockage afin d'éviter les taches de stockage humide ou "rouille blanche". (voir page 7)
- Prendre les précautions de manutention des pièces en acier de catégorie C (NF A 35-503), qui sont plus fragiles en raison des fortes épaisseurs de revêtement.
- En cas d'accident ou de retouche (soudage, perçage...), réparer le revêtement conformément aux recommandations de la norme NF EN ISO 1461. (voir page 5)
- Harmoniser les performances des protections, en associant aux pièces ou aux structures principales des accessoires (boulons, rondelles...) également galvanisés selon la norme NF EN ISO 1461.
- En cas de peinture de la galvanisation, respecter ou faire respecter :
  - une préparation de surface adaptée,
  - un système de peinture adapté.(demander notre brochure "peinture sur galvanisation")

### (1) LES LIBELLÉS TYPES POUR VOS CAHIERS DES CHARGES

#### Protection des aciers

"Les ouvrages en acier devront être protégés, contre la corrosion, par galvanisation à chaud de produits finis conformément à la norme NF EN ISO 1461.

Une attestation de conformité aux prescriptions de cette norme devra être fournie."

#### Conception des pièces

"La conception et la réalisation des pièces métalliques devront être en conformité avec la norme NF EN ISO 14713 qui précise les précautions nécessaires pour satisfaire une bonne qualité de galvanisation".

#### Exigence particulière concernant les aciers

Les aciers étant destinés à la galvanisation, les teneurs en silicium et phosphore devront être conformes à la catégorie...(\*)... de la norme NF A 35-503.

Un certificat de réception 3.1 A ou 3.1 B selon la norme NF EN 10204, lors de la livraison des aciers, confirmera le respect de la présente exigence particulière.

\* voir page 4 sur le choix des aciers.

## LES NORMES À RÉFÉRENCER

Norme	Définition
<b>(I) NF EN ISO 1461</b> Juillet 2009	Elle définit les propriétés et caractéristiques du revêtement de galvanisation par immersion, avec les méthodes d'essai permettant de contrôler : <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'épaisseur de zinc par unité de surface,</li> <li>• l'aspect et l'adhérence,</li> <li>• les critères de conformité.</li> </ul>
<b>(II) NF EN ISO 14713</b> Mars 2010	Elle complète la norme NF EN ISO 1461 concernant les précautions à prendre sur la conception des pièces pour obtenir les revêtements galvanisés de bonne qualité et précise les techniques connexes après galvanisation.
<b>(III) NF A 35-503</b> Juin 2008	Elle fixe les caractéristiques chimiques auxquelles doivent satisfaire les aciers destinés à être galvanisés par immersion à chaud. Elle spécifie 3 classes de qualités d'aciers aptes à la galvanisation.

### I) LA NORME NF EN ISO 1461

Pour éviter toute ambiguïté sur le système de revêtement et le procédé d'application choisis, il est nécessaire de préciser dans les cahiers des charges :

**"Les ouvrages en acier devront être protégés contre la corrosion par galvanisation à chaud, conformément à la norme NF EN ISO 1461 de Juillet 2009."**

#### Principaux extraits de la norme NF EN ISO 1461

#### ● Informations à fournir au galvanisateur

##### Annexe A2

##### Informations à fournir par l'acheteur

...

a) "La composition et les propriétés du métal de base qui peuvent affecter la galvanisation", ou des échantillons pour tester l'aptitude à la galvanisation ;

c) une identification des surfaces significatives, par exemple à l'aide de dessins ou d'échantillons convenablement repérés ;

d) un dessin ou tout autre moyen d'identification des endroits où des irrégularités de surface (gouttes rondes ou marques de contact) rendraient la pièce revêtue inacceptable pour l'utilisation envisagée ; le client doit déterminer avec le galvanisateur comment traiter ce genre de problèmes ;

f) un échantillon ou tout autre moyen permettant de présenter la finition requise ;

g) toute prescription relative à un prétraitement particulier ;

h) toute épaisseur particulière de revêtement..."

...

j) tous post-traitements ou revêtements qu'il est prévu d'appliquer après galvanisation, par exemple peinture..."

#### ● Sécurité

##### Annexe B

##### Sécurité

"Prescriptions relatives à la sécurité et au procédé"

"... l'acheteur doit prévoir des dispositifs permettant la manutention des pièces et des perçages ou tout autre moyen permettant l'évacuation des gaz et des liquides des corps creux, ou encore donner accord au galvanisateur pour qu'il prenne ces dispositions qui sont essentielles tant pour la sécurité que pour le procédé.

##### AVERTISSEMENT :

**"Les cavités fermées sont strictement prohibées car elles peuvent provoquer des explosions pendant la galvanisation à chaud."**

Note :

Pour toute information complémentaire, voir notre document " Bien réaliser des pièces destinées à être galvanisées à chaud ", et la norme NF en ISO 14713.

#### ● Contrôle Qualité

##### 5. Echantillonnage

"Le contrôle pour acceptation doit être effectué avant que les produits ne quittent l'usine du galvanisateur, sauf spécification contraire à la commande donnée par l'acheteur."

##### 6.1 Aspect

"Lors du contrôle, les surfaces significatives de la pièce revêtue doivent être exemptes de cloques (c'est-à-dire, de surfaces soulevées sans métal solide en dessous), rugosités, picots et zones non revêtues."

"Rugosité" et "aspect lisse" sont des notions relatives."

"... La présence de zones grises plus ou moins sombres (par exemple : marbrures gris foncé) ou d'une certaine irrégularité superficielle ne doit pas constituer une cause de rejet ; de même que des taches dues à des conditions de stockage

humides (produits de corrosion blancs ou noirs, principalement constitués d'oxyde de zinc, formés pendant le stockage dans des conditions humides après galvanisation) ne doivent pas constituer une cause de rejet à condition que l'épaisseur de revêtement reste supérieure à la valeur minimale spécifiée.

"Il n'est pas possible de rédiger une définition de l'aspect et de la finition qui tienne compte de toutes les exigences pratiques. Les gouttes et cendres de zinc ne sont acceptables que si elles n'affectent pas l'utilisation finale de la pièce galvanisée ni la prescription de résistance à la corrosion."

## 6.2 Epaisseur

"... La durée de protection contre la corrosion assurée par ces revêtements... est approximativement proportionnelle à leur épaisseur. Pour des conditions extrêmement agressives et/ou une durée de vie exceptionnellement longue, des revêtements plus épais que ceux spécifiés ici peuvent être requis" et doivent "faire l'objet d'un accord entre le galvanisateur et le client concernant les moyens d'obtention."

### 6.2.2 Méthodes de mesures

"... La méthode magnétique conforme à la norme ISO 2178 est celle qui convient le mieux en usine ainsi qu'à un contrôle périodique de la qualité."

Tableau 2				
Masses de revêtement minimales sur échantillons non centrifugés				
Epaisseur de la pièce (mm)	Masse locale de revêtement (m/A) (minimum)		Masse moyenne de revêtement (m/A) (minimum)	
	g/m <sup>2</sup>	µm	g/m <sup>2</sup>	µm
Acier > 6 mm	505	70	610	85
Acier > 3 mm et ≤ 6 mm	395	55	505	70
Acier ≥ 1,5 mm et ≤ 3 mm	325	45	395	55
Acier < 1,5 mm	250	35	325	45
Pièces moulées ≥ 6 mm	505	70	575	80
Pièces moulées < 6 mm	430	60	505	70

## 6.3 Reconditionnement

"Les surfaces non revêtues à reconditionner par le galvanisateur ne doivent pas mesurer plus de 0,5 % de la surface totale d'une pièce. Aucune surface non revêtue à reconditionner ne doit mesurer plus de 10 cm<sup>2</sup>."

"...Le reconditionnement doit se faire en choisissant la méthode la plus pratique, soit par projection de zinc (selon la norme ISO 2063), soit par application d'une peinture riche en zinc appropriée."

## 6.4 Adhérence

"Il n'est généralement pas nécessaire de soumettre l'adhérence à essai... puisque le procédé de galvanisation... est capable de supporter, sans décollement ni écaillage, une manipulation en rapport avec la nature du revêtement,... et l'utilisation normale de la pièce... Les revêtements épais exigent une manipulation plus soignée que les revêtements minces."

Un essai de quadrillage donne une indication sur les propriétés mécaniques du revêtement mais dans certains cas, il peut se révéler plus sévère que les conditions de service."

## 7. Attestation de conformité

"Sur demande, le galvanisateur doit fournir une attestation de conformité aux prescriptions de la présente norme."

## II) LA NORME NF EN ISO 14713

La technique du procédé de galvanisation à chaud offre de nombreux avantages :

- protection totale intérieure et extérieure des pièces (y compris les corps creux),
- épaisseur optimale du revêtement,
- homogénéité de l'épaisseur de revêtement, y compris sur les tranches, bords et arêtes,
- résistance du revêtement...

Toutefois, il est nécessaire de respecter une conception et une préparation spécifiques des ouvrages métalliques, afin d'obtenir les meilleurs résultats du procédé et d'éviter :

- les explosions des pièces tubulaires,
- les déformations,
- les manques de revêtement,
- les ressurgences acides.

**C'EST POURQUOI IL EST IMPÉRATIF DE PRÉCISER DANS VOS CAHIERS DES CHARGES :**

**"La conception et la réalisation des pièces métalliques devront être conformes à la norme NF EN ISO 14713 qui précise les précautions nécessaires pour satisfaire une bonne qualité de galvanisation."**

(Pour plus de détail, voir notre document "Bien réaliser des pièces destinées à être galvanisées à chaud").



### III) LA NORME NF A 35-503

(Aciers pour galvanisation à chaud)

Comment libeller vos cahiers des charges, documents d'achat et d'approvisionnement.

#### EXIGENCE PARTICULIERE :

Ces aciers étant destinés à la galvanisation, les teneurs en silicium et phosphore devront être conformes à la catégorie...(\*)... de la norme NF A 35-503 en vigueur. Un certificat de réception 3.1A ou 3.1B selon la norme NF EN 10204, fourni lors de la livraison, confirmera le respect de la présente exigence.

(\*) Chaque catégorie (A, B ou C) a son application.

Aspect		Résistance mécanique du revêtement	Masse de revêtement	Utilisation
Catégorie A	<b>Excellent</b>	Excellente	Standard Conforme au minimum de la norme	Recherche esthétique et anticorrosion
Catégorie B	Bon	Bonne	Standard Généralement supérieure au minimum de la norme	Recherche anticorrosion et aspect correct
Catégorie C	Moyen	Moyenne	<b>Plus forte</b>	Recherche optimum de protection pour milieux agressifs

Ces éléments sont purement indicatifs.

#### Commentaires sur la norme NF A-35 503

- Les aciers de la catégorie A (et dans une moindre mesure ceux de la catégorie B) assurent un revêtement d'aspect uniforme et d'épaisseur correspondant aux valeurs minimales garanties de la norme NF EN ISO 1461.

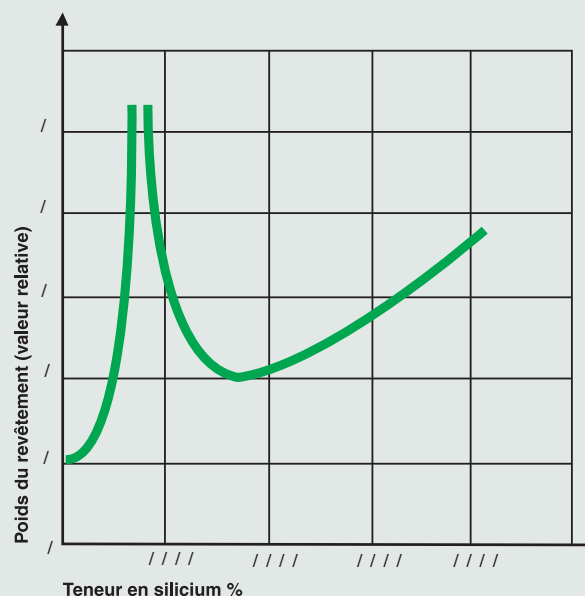
- Pour les aciers de la catégorie C, l'épaisseur de revêtement est de l'ordre de 120  $\mu\text{m}$  à 200  $\mu\text{m}$ , à conditions de galvanisation identiques. Cette épaisseur peut être supérieure pour certains types de pièces de formes compliquées ou massives nécessitant un temps d'immersion plus important.

Après galvanisation, l'aspect des aciers de la catégorie C est en général plus mat que celui des aciers de catégorie A ou B.

Il peut comporter des zones grises, marbrées ou rugueuses, sans conséquences sur la tenue à la corrosion. La durée de vie de cet acier galvanisé est généralement plus élevée, puisqu'elle dépend de l'épaisseur du revêtement.

<u>Catégorie A</u>	Si % < 0,030 Si % + 2,5 P % < 0,090
<u>Catégorie B</u>	Si % < 0,040 Si % + 2,5 P % < 0,110
<u>Catégorie C</u>	0,14 ≤ Si % ≤ 0,25 P < 0,035

#### Influence de la teneur en Si sur l'épaisseur du revêtement galvanisé (valeur relative)



# COMMENT RECONDITIONNER UN PRODUIT GALVANISÉ À CHAUD ?

Lorsque la galvanisation à chaud a été localement détruite (opérations d'usinage a posteriori) ou endommagée (transport ou mise en place des pièces), il est possible de la reconditionner en obtenant des résultats de tenue à la corrosion homogènes. Il est nécessaire de reconditionner le revêtement avec une résistance à la corrosion équivalente à celle de la galvanisation à chaud. La qualité du résultat dépend du soin apporté à la préparation de surface et du respect de l'épaisseur de revêtement dans la zone reconditionnée, qui peut être contrôlée par la méthode de mesure non destructive habituelle.

Il existe 3 techniques de reconditionnement :

## 1- La projection thermique ou métallisation au pistolet

### - Préparation de surface

Avant métallisation, décaper par projection d'abrasifs afin :

- a) d'éliminer les oxydes qui se seraient constitués ;
- b) de créer une rugosité de l'ordre de Ra 8 à 12 µm, pour assurer l'accrochage de la métallisation.

Utiliser un masque (fenêtre, tôle d'acier...) afin d'éviter d'endommager la galvanisation en périphérie de la surface à reconditionner.

Pour de petites surfaces à reconditionner (quelques cm<sup>2</sup>), on peut préparer la surface par meulage au disque abrasif. La rugosité obtenue est insuffisante pour assurer l'adhérence. Il faut donc chauffer pendant au moins 10 secondes la zone à reconditionner avec la flamme du pistolet de métallisation.

### - Métallisation

Une fois la préparation de surface terminée, métalliser immédiatement, avec une épaisseur conforme à la norme NF EN ISO 1461, soit 100 µm minimum pour des aciers de 6 mm et plus d'épaisseur.

## 2- Application de peinture riche en zinc

### - Préparation de surface

Opérer un décapage abrasif (par projection ou par meulage) ou éliminer le laitier de soudage avec un marteau à piquer, compléter par un brossage ST 2 à la brosse métallique.

### - Peinture

Appliquer ensuite au pinceau une peinture riche en zinc répondant à la définition de la norme ISO 12944-5 de mai 1988 : "La pigmentation inhibitrice est constituée exclusivement de

poussière de zinc en quantité suffisante pour lui permettre de jouer un rôle de protection cathodique : (80 % minimum) .

On peut utiliser des peintures riches en zinc certifiées par l'ACQPA."

Vérifier l'adhérence de cette peinture sur l'acier galvanisé. L'épaisseur appliquée doit être conforme à la norme NF EN ISO 1461, soit 100 µm minimum pour des aciers de 6 mm et plus d'épaisseur.

Dans le cas d'une application en deux couches, l'application doit respecter la fiche technique du fabricant, en particulier le délai de recouvrement.

**L'utilisation de bombes aérosol ne peut être envisagée qu'en film de finition par-dessus le reconditionnement si vous souhaitez un rendu plus proche de la galvanisation.**

## 3- L'application de brasure à bas point de fusion

Opérer un décapage par projection d'abrasifs, ou un meulage au disque abrasif.

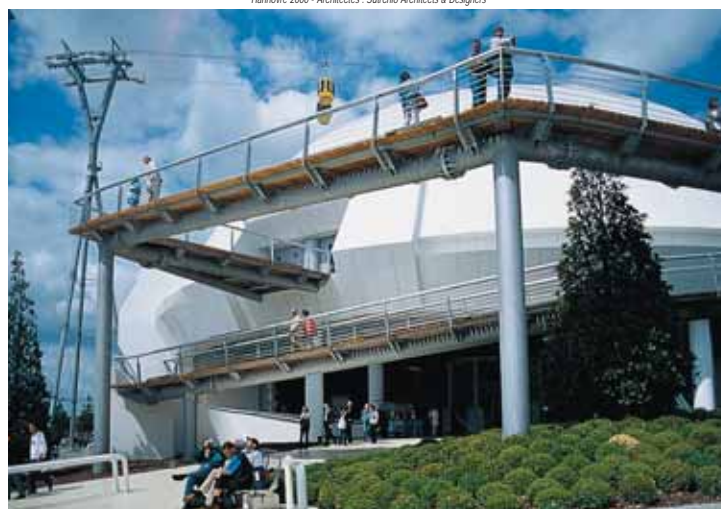
La surface à reconditionner doit être préchauffée à une température de 300°C environ, puis la brasure appliquée et répartie de façon uniforme avec une spatule.

Utiliser un alliage zinc-étain-plomb à point de fusion compris entre 230 et 260°C. Ne pas employer un alliage ayant une haute teneur en étain, car celui-ci est cathodique par rapport à l'acier et en cas de porosités dans le dépôt, de la rouille risque d'apparaître.

On obtient les meilleurs résultats d'application sur des surfaces horizontales. L'aspect du dépôt est assez semblable à celui de la galvanisation, comme son évolution dans le temps.

La tenue à la corrosion de ce type de reconditionnement demeure moins bonne que celle des deux autres techniques. En pratique, il est parfois difficile d'appliquer l'épaisseur préconisée dans la norme NF EN ISO 1461.

Hannovre 2000 - Architectes : Sutricho Architects & Designers





# LE COMPORTEMENT DU ZINC AVEC D'AUTRES MÉTAUX

Un produit galvanisé subit une corrosion supplémentaire provoquée par le contact du zinc et de ses alliages de zinc avec d'autres métaux et le carbone. Il convient donc de vérifier le bon comportement du zinc et de ses alliages selon l'environnement (voir tableau ci-dessous). Bien entendu, il faut aussi consulter les données concernant le métal couplé au zinc pour confirmer ce bon comportement.

**Corrosion supplémentaire du zinc et de ses alliages résultant du contact avec d'autres métaux et le carbone** (extraits de "Commentaire sur la corrosion aux contacts bimétalliques et sa réduction", la publication spéciale PD6484 de l'année 1979 de la British Standards Institution).

MÉTAUX EN CONTACT	ENVIRONNEMENT				
	Atmosphère			Immersion	
	Rurale	Industrielle / Urbaine	Marine	Eau douce	Eau de mer
Aluminium et alliages d'aluminium	0	0-1	0-1	1	1-2
Fonte	0-1	1	1-2	1-2	2-3
Fonte austénitique	0-1	1	1-2	1-2	1-3
Cuivre	0-1	1-2	1-2	1-2	2-3
Acier inoxydable (austénitique et autres nuances contenant environ 18 % de chrome)	0-1	0-1	0-1	0-2	1-2

## Signification des symboles du tableau

0. Le zinc et les alliages de zinc ne subissent pas de corrosion supplémentaire, ou tout au plus, qu'une très faible corrosion supplémentaire, généralement tolérable en utilisation.
1. Le zinc et les alliages de zinc subissent une corrosion supplémentaire faible ou modérée qui peut être tolérée dans certains cas.
2. Le zinc et les alliages de zinc peuvent subir une corrosion supplémentaire assez importante et des mesures de protection sont généralement nécessaires.
3. Le zinc et les alliages de zinc peuvent subir une corrosion supplémentaire importante et le contact doit être évité.

## A noter

- Les valeurs entre parenthèses sont moins fiables que les autres valeurs : elles sont basées sur un nombre d'informations très limitées.
- Les codifications du tableau sont exprimées en terme de "corrosion supplémentaire" et le symbole 0 ne signifie pas que les métaux en contact ne doivent pas recevoir de protection dans toutes les conditions d'exposition.



Constructeur : Gerstbauer Elektro GmbH - Mega-roue : Expo 2000 à Hanovre

Architecte : H. Masson - Photos : Galvazinc Association



Le "Heavy Horse" d'Andy Scott - Photo : A. Forbes



Hannovre 2000 - Photo : K. Idelberger, Bad Kissingen



# ÉLIMINER LES TACHES DE STOCKAGE HUMIDE (ROUILLE BLANCHE)

## D'où proviennent ces taches ?

Exposé à l'atmosphère, le zinc réagit avec les éléments ambiants (humidité, oxygène, gaz carbonique...) et forme une " patine ", qui diminue progressivement l'éclat métallique de la surface. Cette couche insoluble, adhérente et protectrice a comme constituant principal le carbonate basique de zinc.

En présence d'eau stagnante (eau de pluie, condensation d'humidité retenue et emprisonnée entre des pièces ou des tôles empilées ou colisées), la constitution de cette couche est contrariée. Il se forme alors rapidement des taches blanchâtres, constituées notamment d'hydroxyde et d'oxyde de zinc, des produits pulvérulents généralement peu adhérents et non protecteurs.

L'inconvénient majeur de ces taches de stockage humide : une mauvaise présentation due à leur aspect.

La norme NF EN ISO 1461 stipule qu'en général, ces taches de stockage humide n'affectent pas la résistance à la corrosion. Elles ne doivent donc pas être une cause de rejet des produits, tant que l'épaisseur du revêtement reste conforme à la valeur minimale demandée.

Ces taches s'éliminent dans le temps, sous l'effet des intempéries et quand les produits sont mis en service à l'extérieur. Le film protecteur de carbonate basique de zinc peut alors se constituer progressivement. Par contre, il faut absolument éliminer ces taches pour assurer une bonne adhérence de la peinture.

## 3 solutions pour éliminer la rouille blanche

- Brossage à sec à la brosse de nylon dure. Ne pas utiliser de brosse métallique.
- Brossage à la brosse de nylon douce avec une solution d'acide citrique à 25 à 50 g/litre d'eau. Rinçage à l'eau et séchage.
- Brossage à la brosse de nylon douce avec une solution d'ammoniaque à 5 à 10 % en volume dans l'eau. Rinçage à l'eau et séchage.

## Comment prévenir leur formation ?

- Stocker et transporter les produits de manière à ce que de l'eau stagnante ne puisse pas s'emprisonner entre eux.
- Ne pas stocker de produits au contact direct du sol, mais sur des cales. Eviter le contact des produits entre eux, veiller à ce que l'air puisse circuler et les incliner pour éviter toute retenue d'eau.
- Appliquer sur les produits des traitements préventifs avant stockage ou transport : traitement de conversion (chromatation), application de vernis incolore ou de film de protection temporaire. A noter : employer ces traitements n'exclut pas de respecter les conditions de stockage et de transport décrites ci-dessus.



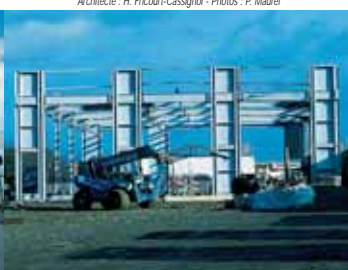
Ingenieurs conseils : Doyle Partners-hip (UK) - Photo : Vince Chapman Studios



L'Arbre Blanc, à Albi - Photo : Les Amis des Arts d'Albi



Hanovre 2000 - Photo : K. Idelberger, Bad Kissinger



Architecte : H. Fricourt-Cassagnol - Photos : P. Maurer

Hôtel de Ville de Champigny - Architectes P. Chemelov et B. Huidobro - Photos : A. Caste, pour iGuzzini





ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DE LA GALVANISATION À CHAUD, FONDÉE EN 1956.

ORGANISME PROFESSIONNEL GARANT DE LA QUALITÉ  
ET DE L'IMAGE DE LA GALVANISATION À CHAUD.

MEMBRE DE L'ASSOCIATION EUROPÉENNE  
DES GALVANISATEURS (EGGA),  
MÈNE À CE TITRE DES ACTIVITÉS AU NIVEAU EUROPÉEN.

ANIME ET FÉDÈRE DES ACTIONS DANS LES DOMAINES :  
TECHNIQUE,  
ENVIRONNEMENT,  
MARKETING.

PARTICIPE À L'ÉLABORATION  
DES NORMES EUROPÉENNES ET VEILLE À LEUR RESPECT.

**OFFRE SON CONCOURS ET SON EXPERTISE  
AUX PRESCRIPTEURS, CONCEPTEURS, UTILISATEURS  
ET INDUSTRIELS.**

**PARTICIPE À LA RÉDACTION DES CAHIERS DES  
CHARGES, RECOMMANDE LES RÈGLES À RESPECTER  
POUR UNE QUALITÉ OPTIMALE.**

G A L V A Z I N C   A S S O C I A T I O N

16, rue Jean-Jacques Rousseau - 92138 Issy-les-Moulineaux - Cedex France

Tél. : +33 (0) 1 55 95 02 02 - Fax : +33 (0) 1 55 95 02 00

e-mail : [info@galvazinc.com](mailto:info@galvazinc.com) - site : [www.galvazinc.com](http://www.galvazinc.com)

