

## INFOZINC BENELUX

Cahier des charges pour la galvanisation à chaud de constructions et de pièces en acier conformément aux normes de galvanisation européennes

***EN ISO 1461 : « Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai***

***EN ISO 14713-1 - Revêtements de zinc – Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions – Partie 1 : Principes généraux de conception et résistance à la corrosion***

***EN ISO 14713-2 - Revêtements de zinc – Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions – Partie 2 : Galvanisation à chaud***

---

Ce cahier des charges est destiné aux prescripteurs qui désirent donner des explications et des informations complémentaires sur la galvanisation à chaud et sur d'éventuels traitements secondaires.

## Table des matières

1.	Objet	page 3
2.	Spécifications auxquelles doivent satisfaire les constructions ou les pièces en acier livrées à l'usine de galvanisation	page 3
2.a.	Constructions et éléments de construction	page 3
2. b.	Éléments de fixation	page 6
3.	Exigences auxquelles doit satisfaire le matériau galvanisé Contrôle	page 7
4.	Transport et stockage	page 8
5.	Reconditionnement des surfaces non galvanisées ou endommagées	page 8
6.	Soudage de l'acier galvanisé à chaud	page 9
7.	Peinture de l'acier galvanisé à chaud (système Duplex)	page 9

## 1. Objet

Ce cahier des charges présente la méthode de travail qui convient à la galvanisation à chaud discontinue de la construction ou des pièces en acier qui font partie de

.....  
.....  
.....

(description du lot avec mention des références, etc.)

Il est recommandé de confier la galvanisation à chaud à un atelier de galvanisation affilié à InfoZinc Benelux.

## 2. Spécifications auxquelles doivent satisfaire les constructions ou les pièces en acier livrées à l'usine de galvanisation

Pour garantir le succès de la galvanisation à chaud, il est essentiel que l'acheteur contacte – directement ou par l'intermédiaire de son constructeur acier – l'atelier de galvanisation ou InfoZinc Benelux dès la phase de conception, non seulement pour faire connaître ses besoins exacts mais aussi en raison des dimensions utiles du bain de zinc.

Lorsqu'il s'agit de concevoir des constructions plus grandes que les dimensions utiles du bain et/ou que ces constructions comprennent des parties creuses, une concertation doit avoir lieu entre l'acheteur et le galvanisateur ou InfoZinc Benelux.

### 2.a. Constructions et éléments de construction

#### 2.a.1. Exigences de conception – Point 6 de la norme EN ISO 14713-1 et point 4 et annexe A de la norme EN ISO 14713-2.

Le détail d'une construction ou d'une pièce doit tenir compte des exigences et des propriétés de la méthode de protection. Le point 6 de la norme EN ISO 1473-1 mentionne des principes généraux de conception pour éviter la corrosion. Le point 4 de la norme EN ISO 14713-2 présente des recommandations spécifiques pour la galvanisation à chaud. L'Annexe A de la norme EN ISO 14713-2 indique un certain nombre de conceptions recommandées des détails de construction pour la galvanisation à chaud. *(Voir également la fiche technique no. 3 Prévention des déformations)*

#### 2.a.2. Composition de l'acier – point 6 de la norme EN ISO 14713-2

L'épaisseur du revêtement galvanisé à chaud est déterminée en grande partie par l'épaisseur de paroi de l'acier. Par ailleurs, il existe différents paramètres qui influencent non seulement l'épaisseur mais aussi l'aspect extérieur et les propriétés mécaniques du

revêtement de zinc.

La composition de l'acier (et notamment les teneurs en Si et en P) est le plus important de ces paramètres. La présence de quantités bien déterminées de ces éléments dans l'acier provoque une accélération de la réaction de diffusion entre l'acier et le zinc en fusion et donc également de la formation des couches d'alliages Fe-Zn.

Ainsi, le revêtement devient plus épais, sa résistance mécanique peut diminuer (risque de décollement à la suite d'un choc local) et il peut présenter un aspect mat et marmoréen. *(Voir également la fiche technique no. 18 Influence de la composition de l'acier sur les propriétés de la couche de zinc – Comment effectuer des achats d'acier appropriés ?)*

Le tableau 1 du point 6.1.1 de la norme EN ISO 14713-2 représente la relation entre les caractéristiques du revêtement et la composition de l'acier (voir ci-dessous).

Catégorie (informatif)	Niveaux types d'éléments de réaction	Informations supplémentaires	Caractéristiques types du revêtement
A	$\leq 0,04\% \text{ Si}$ et $< 0,02\% \text{ P}$	Voir Remarque 1	
B	0,14% Si à 0,25% Si	L'alliage Fe-Zn peut s'étendre à la surface du revêtement. L'épaisseur du revêtement augmente en fonction de l'augmentation de la teneur en silicium. D'autres éléments peuvent également affecter la réactivité de l'acier. Notamment, des niveaux de phosphore supérieurs à 0,035 % augmentent la réactivité.	Le revêtement a un aspect brillant avec une structure fine. La couche extérieure de zinc fait partie de la structure du revêtement.
C	$> 0,04\% \text{ Si}$ à $\leq 0,14\% \text{ Si}$	Risque de formation de revêtements d'épaisseur trop importantes.	Le revêtement a un aspect plus sombre avec une structure plus grossière.
D	$> 0,25\% \text{ Si}$	L'épaisseur du revêtement augmente en fonction de l'augmentation de la teneur en silicium.	Les alliages de fer-zinc déterminent fortement la structure du revêtement et s'étendent le plus souvent à la surface du revêtement, ce qui diminue la résistance aux dommages.
<p>REMARQUE 1 Les aciers dont les compositions satisfont à la formule <math>\text{Si} + 2,5 \text{ P} \leq 0,09\%</math>, peuvent également présenter ces caractéristiques. Pour les aciers laminés à froid, ces caractéristiques peuvent être observées lorsque la composition de l'acier satisfait à la formule <math>\text{Si} + 2,5 \text{ P} \leq 0,04\%</math>.</p> <p>REMARQUE 2 La présence d'éléments d'alliage (par exemple du nickel) dans le zinc en fusion peut</p>			

avoir un effet significatif sur les caractéristiques du revêtement indiquées dans le présent tableau. Le tableau 1 ne fournit pas de lignes directrices pertinentes pour la galvanisation à température élevée (c'est-à-dire immersion dans le zinc en fusion à une température entre 530 °C et 560 °C).  
REMARQUE 3 Les compositions des aciers indiquées dans le tableau 1 peuvent dépendre de l'influence d'autres facteurs. Les limites de chaque plage varient en conséquence.

**Remarque importante :**

Un certificat de réception « 3.1 » ou « 3.2 » conformément à la norme EN 10204 peut être demandé lors de la commande de l'acier.

En cas de doute sur le comportement d'un type d'acier donné lors de la galvanisation, il est recommandé de contacter le galvanisateur et de lui demander, le cas échéant, de galvaniser quelques échantillons d'acier représentatifs.

Pour les constructions soudées, il faut également faire attention à la composition du fil ou de l'électrode de soudure.

Pour éviter les surépaisseurs au niveau des cordons de soudure et les éventuels problèmes d'adhérence du revêtement de zinc, il convient d'utiliser un métal de soudure qui ne contienne pas plus de 0,7% de Si. *(Voir également la fiche technique no. 5 Soudage avant la galvanisation à chaud)*

### 2.a.3. État de surface de l'acier (points 6.2 à 6.4 de la norme EN ISO 14713-2)

L'acier peut présenter une couche de rouille et une peau de laminage d'épaisseur normale qui sont éliminées par décapage acide (méthode recommandée) dans l'atelier de galvanisation. Il convient que l'acier soit exempt de laitiers ou d'éclats de soudure, de restes de peinture ou de vernis, de silicones (sprays de soudure), de graisse en quantité importante, de bitumes, de zinc résiduel et de marquages à la peinture ou à la craie grasse.

Le marquage éventuel des pièces des constructions se fera de préférence au poinçonnage (de chiffres) ou à l'aide de plaquettes de marquage en fer. *(Voir également la fiche technique no. 8 Identification des pièces à galvaniser à chaud)*.

Les cordons de soudure doivent être lisses et dépourvus de pores. *(Voir également la fiche technique no. 7 État de la surface de l'acier avant la galvanisation à chaud)*.

### 2.a.4. Parachèvements mécaniques

Tous les parachèvements mécaniques comme le poinçonnage, le perçage, le sciage et les coupes mais aussi le soudage, doivent avoir lieu de préférence avant la galvanisation. Lorsque cela n'est pas possible, voir le point 5 : Reconditionnement. Les constructions ou les éléments de construction doivent être pourvus d'œillets de levage. Pour déterminer le positionnement de ces œillets, il convient de consulter le galvanisateur.

### 2.a.5. Trous d'évent, orifices d'entrée et de sortie dans les éléments de construction creux

Le nombre, les dimensions et le positionnement des trous d'évent et des orifices d'entrée et de sortie sont d'une importance capitale pour le succès de la galvanisation à chaud. Il est donc absolument nécessaire de suivre ici les conseils qui figurent dans le document annexé « Conseils pour la préparation des pièces et des constructions à galvaniser à chaud ».

Il convient également de savoir que les manquements aux règles mentionnées ci-dessus peuvent mettre gravement en danger le personnel de l'atelier de galvanisation (explosions, éclaboussures d'acier en fusion à  $\pm 450$  °C, etc.).

Remarque :

L'Annexe A de la norme EN ISO 14713-2 indique un certain nombre de conceptions recommandées des détails de construction pour la galvanisation à chaud.

## 2. b. Éléments de fixation

Tous les matériaux de fixation tels que les boulons et les écrous, les rondelles, les plaques d'ébauche, etc., doivent être galvanisés de préférence selon la norme EN ISO 1461. Une solution de remplacement peut consister à utiliser des éléments de fixation en acier résistant à la corrosion.

Les liaisons boulonnées conviennent le mieux pour les constructions galvanisées à chaud, étant donné que la température des soudures fait fondre le revêtement de zinc, ce qui nécessite des reconditionnements. L'assemblage de pièces galvanisées sur la base d'un cisaillement avec des boulons à haute résistance est également possible. En fonction du coefficient de frottement souhaité, il peut être nécessaire de brosser les surfaces après la galvanisation ou d'empêcher qu'elles ne soient recouvertes de zinc pendant le processus de galvanisation.

La liaison de pièces galvanisées à chaud avec d'autres métaux génère des risques de corrosion de contact. Il est généralement nécessaire d'éviter tout contact bimétallique direct, par exemple en appliquant une isolation électrique entre les pièces à relier.

Le point 7.9 de la norme EN ISO 14713-1 traite de la corrosion de contact et reproduit le tableau 4 en indiquant les effets du contact entre le zinc et d'autres métaux. Le tableau ci-dessous indiquent les combinaisons qui sont fiables. (*Voir également la fiche technique no. 4 Corrosion de contact*)

Acier galvanisé associé avec	Fiabilité de l'association	
	Surface zinc inférieure à surface métal associé	Surface zinc supérieure à surface métal associé
alliage de magnésium	bonne	limitée
acier galvanisé à chaud	bonne	bonne
alliage d'aluminium	limitée	bonne
acier non allié	limitée	limitée/ne pas utiliser*
acier moulé	limitée	limitée/ne pas utiliser*
acier allié	limitée	limitée/ne pas utiliser*

acier inoxydable	ne pas utiliser	bonne
plomb	limitée	bonne
étain	limitée	bonne
cuiivre	ne pas utiliser	ne pas utiliser
alliage de nickel	ne pas utiliser	bonne
* la vitesse de corrosion de l'acier clair associé au zinc est faible. Une petite quantité d'eau de rouille se répandra cependant rapidement à la surface du zinc, provoquant des « taches de rouille » inacceptables d'un point de vue esthétique. Cette association sera donc presque toujours rejetée.		

### 3. Exigences auxquelles doit satisfaire le matériau galvanisé. Contrôle (point 5 et 6 de la norme EN ISO 1461)

Sauf accords particuliers entre l'acheteur et le galvanisateur portant sur des exigences spéciales qui s'écartent de la norme, un contrôle pour acceptation peut être exécuté dans l'atelier de galvanisation selon la norme EN ISO 1461, points 5 et 6.

Une inspection comprend :

- évaluation de l'aspect du revêtement de zinc.
- contrôle de l'épaisseur ou de la masse du revêtement de zinc.
- présence de surfaces non revêtues.

Les surfaces non revêtues ne doivent pas dépasser plus de 0,5% de la surface totale de la pièce. Aucune surface non revêtue ne doit mesurer plus de 10 cm<sup>2</sup>.

Si des surfaces non revêtues ont une surface plus importante, la pièce en question doit être regalvanisée, sauf accord contraire entre l'acheteur et le galvanisateur. (*Voir également la fiche technique no. 9 Inspection d'un lot d'acier galvanisé à chaud de manière discontinue*)

Remarque :

La norme EN ISO 1461 stipule qu'il n'existe pas actuellement de méthode normalisée appropriée pour tester l'adhérence d'une couche de zinc à chaud.

#### Le contrôle pour acceptation

Un contrôle peut être exécuté par l'acheteur ou son mandataire ou par le service d'inspection d'InfoZinc Benelux, à la charge du demandeur et après consultation du galvanisateur.

Il est préférable de convenir des inspections lors de la détermination des conditions contractuelles avec le galvanisateur.

### 4. Transport et stockage

Lors du transport et du stockage, des mesures doivent être prises pour éviter la formation de rouille blanche. Comme cette rouille blanche se forme lorsque l'acier

fraîchement galvanisé est recouvert pendant un certain temps d'un film humide (liquide stagnant), on ne posera pas les pièces galvanisées à chaud sur le sol mais sur des poutrelles en bois non résineux et de préférence avec une certaine inclinaison. Lors de l'empilement (stockage, transport), on veillera à prévoir un espace suffisant entre les pièces pour assurer une bonne circulation de l'air.

Pour limiter le temps de stockage, le montage aura lieu le plus rapidement possible après la galvanisation. *(Voir également la fiche technique no. 1 Les taches de stockage humide)*

### **5. Reconditionnement des surfaces non galvanisées ou endommagées (point 6.3 de la norme EN ISO 1461)**

Les surfaces non revêtues et les dommages à la couche de zinc occasionnés pendant le transport et/ou le montage doivent être reconditionnés conformément au point 6.3 de la norme EN ISO 1461 au moyen de :

- Projection thermique de zinc (selon EN ISO 2063)
- Peinture riche en zinc avec pigments de zinc, produits à base de particules de zinc ou de pigments de zinc.
- Baguette d'alliage de zinc

L'épaisseur du revêtement des surfaces reconditionnées doit être au moins de 100 µm.

La méthode de reconditionnement doit être convenue au préalable entre l'acheteur et le galvanisateur.

La méthode la plus pratique est le reconditionnement avec un certain nombre de couches de peinture riche en zinc. Mais cette méthode ne peut pas être utilisée lorsque la construction galvanisée à chaud est destinée à être peinte (système Duplex) car il peut y avoir une incompatibilité entre les couches de peinture. Il faut donc notifier clairement à toutes les parties que les peintures riche en zinc ne doivent pas être utilisées pour reconditionner des dommages à la couche de zinc au cas où celle-ci doit être peinte.

Dans tous les cas, les surfaces à reconditionner doivent être soigneusement nettoyées par ponçage et brossage.

*(Voir également la fiche technique no. 2 Procédure de reconditionnement)*

### **6. Soudage de l'acier galvanisé à chaud**

Pour souder de l'acier galvanisé, il convient d'éliminer d'abord la couche de zinc à la lime ou à la disqueuse dans la zone de soudure. Le cordon de soudure doit être

soigneusement nettoyé et le reconditionnement de la couche de zinc endommagée doit être exécuté selon l'une des méthodes mentionnées ci-dessus. (Voir également la fiche technique no. 6 Soudage après la galvanisation à chaud)

## 7. Peinture de l'acier galvanisé à chaud (système Duplex)

Lorsqu'un revêtement organique (peinture liquide ou peinture poudre) doit être appliqué après la galvanisation, il convient de l'indiquer clairement au galvanisateur lors de la demande de prix.

La norme EN 15773 décrit les exigences de qualité et de communication de la chaîne d'approvisionnement (acheteur, entreprise de construction, galvanisateur et atelier de pulvérisation (de poudre)) pour ce qui est des systèmes Duplex.

Les normes ISO 12944-5 et EN 13238 contiennent des informations sur les revêtements organiques qui sont appliqués sur des couches de zinc à chaud. Les exigences auxquelles peut devoir satisfaire un système Duplex, sont décrites entre autres dans les Critères de qualité pour les systèmes Duplex (VISEM) et la Directive belge Duplex BPR 1197.

Une attention particulière doit être accordée aux accords sur le post-traitement destiné à rendre la couche apte à recevoir un revêtement organique.

## 8. Aperçu des fiches techniques InfoZinc

InfoZinc Benelux met à disposition un grand nombre de fiches techniques avec des informations complémentaires par sujet ([www.zinkinfobenelux.com](http://www.zinkinfobenelux.com)). Ces fiches sont mentionnées dans le tableau ci-dessous. Le texte ci-dessus fait référence aux fiches dont le titre est imprimé en **caractères gras**.

<b>1. Les taches de stockage humide</b>	
<b>2. Procédure de reconditionnement</b>	
<b>3. Prévention des déformations</b>	
<b>4. Corrosion de contact</b>	
<b>5. Soudage avant la galvanisation à chaud</b>	
<b>6. Soudage après la galvanisation à chaud</b>	
<b>7. État de la surface de l'acier avant la galvanisation à chaud</b>	
<b>8. Identification des pièces à galvaniser à chaud</b>	
<b>9. Inspection d'un lot d'acier galvanisé à chaud de manière discontinue</b>	
10. Durée de vie de l'acier galvanisé à chaud exposé à la corrosion atmosphérique	

11. Méthodes d'application du zinc sur l'acier – les dénominations appropriées	
12. Les propriétés mécaniques de l'acier galvanisé chaud	
13. Augmentation de poids de l'acier lors de la galvanisation à chaud	
14. Applicabilité du test au brouillard salin pour l'acier galvanisé à chaud	
15. Galvanisation à chaud (procédé discontinu) vs. galvanisation à chaud en continu	
16. Galvanisation à chaud (procédé discontinu) vs. projection thermique de zinc	
17. Galvanisation à chaud (procédé discontinu) vs. galvanisation électrolytique	
<b>18. Influence de la composition de l'acier sur les propriétés de la couche de zinc – Comment effectuer des achats d'acier appropriés ?</b>	
19. Galvanisation à chaud (procédé discontinu) vs. systèmes de peinture	
20. Galvanisation chaud et la protection cathodique	