

Guide pour l'élaboration d'un cahier des charges

pour la galvanisation à chaud de constructions et de pièces en acier conformément aux normes de galvanisation européennes et la classification Absolument Zinc.

***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 guide 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. But	page 3
3. Information	page 4
4. Spécifications	page 4
5. Soudage de l'acier galvanisé à chaud	page 12
6. Peindre l'acier galvanisé à chaud (système Duplex)	Page 12
7. Aperçu des fiches techniques InfoZinc	page 12

1. Objet

Ce guide décrit les points à surveiller pour la prescription de la galvanisation à chaud discontinuée d'une construction ou de pièces en acier selon les normes en vigueur et la classification Absolutement Zinc.

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

2. But

InfoZinc a élaboré un système de classification qui peut être utilisé comme un outil permettant de stimuler le dialogue entre les différents acteurs du marché et les galvanisateurs. La base de la classification est l'EN ISO 1461, la norme en vigueur pour la galvanisation à chaud discontinuée. Nous établissons une distinction entre d'une part la Classe F, la galvanisation fonctionnelle et d'autre part la Classe E, la galvanisation esthétique. L'EN ISO 1461 considère que les considérations esthétiques ou décoratives revêtent une importance secondaire. Certaines applications / certains clients exigent un degré de finition visuel élevé. Pour pouvoir satisfaire aux attentes de ces clients, il est extrêmement important de passer des accords préalables explicites dans le domaine des finitions esthétiques. La Classe E doit pouvoir répondre à cette question. Une liste a aussi été établie avec des options qui peuvent être appliquées en fonction des clients. Le tableau ci-dessous présente une description du contenu de ces deux classes.

CLASSE F	CLASSE E
- Description des exigences fonctionnelles relatives à l'action anticorrosion du revêtement de zinc appliqué selon EN ISO 1461.	- L'ensemble de la construction est débarrassé des picots, restes de cendres de zinc et irrégularités.
- Description des exigences constructives selon EN ISO 14713-1 et 2. (Liste de vérification pour bien galvaniser en toute sécurité)	- Stockage au sec (e. a. contre la rouille blanche).
- EN ISO 1461 ne spécifie pas d'exigences esthétiques.	- Traiter aussi les zones non revêtues de manière esthétique.
- Le bain de galvanisation à chaud comprend au moins 98 % de zinc pur.	- Traitement supplémentaire des faces visibles pour une surface plus lisse.
	- En option : à la demande du client, emballage pour éviter la rouille blanche.

La Classe E est présentée comme un tout, mais il va de soi que chacun de ses points peut être également considéré comme une option individuelle et faire l'objet d'un accord séparé.

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Mentionner dans la commande : Galvanisation à chaud selon EN-ISO 1461 et la classe Galvanisation Fonctionnelle selon Absolutement Zinc.	Mentionner dans la commande : Galvanisation à chaud selon EN-ISO 1461 et la classe Galvanisation Esthétique selon Absolutement Zinc.

3. Information

Pour garantir le succès de la galvanisation à chaud, il est essentiel que l'acheteur contacte – directement ou par l'intermédiaire de son constructeur métallique – 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.

4. Spécifications

<p>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.</p> <p>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. <i>(Voir la fiche technique no. 3 Déformations par galvanisation à chaud)</i></p>	
<p>Fonctionnel Classe F</p>	<p>Esthétique Classe E</p>
	<p>Le détail de conception doit tenir compte de l'écoulement éventuel de zinc fondu pouvant provoquer des surépaisseurs de zinc lors du refroidissement.</p>
<p>2. Composition de l'acier – point 6 de la norme EN ISO 14713-2</p> <p>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.</p> <p>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. <i>(Voir également la fiche technique no. 18 Influence de la composition de l'acier sur les propriétés de la couche de zinc)</i></p>	
<p>Fonctionnel Classe F</p>	<p>Esthétique Classe E</p>
<p>La composition de l'acier doit satisfaire de préférence à la catégorie A ou B du tableau 1 point 6.1.1 de la norme EN-ISO 14713-2. (Voir tableau ci-dessous)</p> <p>En cas de divergence au niveau de la composition de l'acier, une concertation avec l'atelier de galvanisation est nécessaire.</p>	<p>La composition de l'acier doit satisfaire à la catégorie A ou B du tableau 1 point 6.1.1 de la norme EN-ISO 14713-2. (Voir tableau ci-dessous)</p>

Catégorie (informatif)	Niveaux types d'éléments de réaction	Informations supplémentaires	Caractéristiques types du revêtement
A	$\leq 0,04$ % Si et $< 0,02$ % P	Voir Remarque 1	<p>Le revêtement a un aspect brillant avec une structure fine.</p> <p>La couche extérieure de zinc fait partie de la structure du revêtement..</p>
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	
C	$> 0,04$ % Si à $\leq 0,14$ % Si	Risque de formation de revêtements d'épaisseur trop importante.	Le revêtement a un aspect plus sombre avec une structure plus grossière.
D	$> 0,25$ % 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 au dommage

REMARQUE 1 Les aciers dont les compositions satisfont à la formule $Si + 2,5 P \leq 0,09$ % 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 $Si + 2,5 P \leq 0,04$ %.

REMARQUE 2 La présence d'éléments d'alliage (par exemple du nickel) dans le zinc en fusion peut 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 comprise entre 530 °C et 560 °C).

REMARQUE 3 Les compositions des aciers indiquées dans le tableau 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 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)

3. État de surface de l'acier (point 6.2 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.

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Pas d'exigences complémentaires	la surface de l'acier doit être exempte de défauts tels que les repliures (dédoublures) de laminage, échardes, etc., qui peuvent être perçus comme gênants à une distance de 3 mètres après la galvanisation.
4. Rugosité de la surface de l'acier (point 6.3 de la norme EN ISO 14713-2) La rugosité de la surface de l'acier a une influence sur l'épaisseur et la structure du revêtement de zinc. L'effet de l'irrégularité de surface du métal de base reste visible après la galvanisation à chaud discontinue.	
Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Pas d'exigences complémentaires	Rugosité de surface spécifications ISO 8503
5. Marques, marquages et (restes d')autocollants 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. <i>(Voir également la fiche technique no. 8 Identification des pièces à galvaniser à chaud)</i> . Les marquages temporaires éventuels doivent pouvoir être éliminés avec les prétraitements standard.	
Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
<p>Les marques permanentes doivent être faites avec des lettres à frapper ou par soudage par points.</p> <p>Les autres marques et marquages qui sont appliquées avec de la peinture et/ou de la craie grasse, doivent être éliminées avant le transport à l'atelier de galvanisation.</p> <p>Les autocollants et les restes d'autocollants doivent être totalement éliminés.</p>	<p>Les marques permanentes doivent être faites avec des lettres à frapper ou par soudage par points. La position de ces marques doit être choisie de façon à ne pas gêner après le montage.</p> <p>Les autres marques et marquages ne peuvent pas être appliquées avec de la peinture ou de la craie grasse.</p> <p>Les autocollants et les restes d'autocollants doivent être totalement éliminés.</p>
6. Soudage Les cordons de soudure doivent être lisses et dépourvus de pores. <i>(Voir également la fiche technique no. 5 Soudage avant la galvanisation à chaud)</i> .	
Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
La composition du fil de soudure peut être à l'origine d'une surépaisseur de la couche de zinc sur les soudures polies par meulage.	Pour éviter les surépaisseurs, la teneur en silicium du fil de soudure doit être $\leq 0,7\%$. Il n'existe aucun risque de surépaisseurs pour le soudage TIG.
7. Orifices de suspension ou œillets de levage Les constructions ou les éléments de construction doivent être pourvus d'orifices de suspension ou d'œillets de levage. Pour déterminer leur positionnement exact, il convient de consulter le galvanisateur.	

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Pas d'exigences complémentaires	La position des œillets de levage doit être déterminée pour que l'objet n'ait pas ou ait le moins possible de surfaces horizontales pendant la galvanisation. Il importe de consulter l'atelier de galvanisation à chaud à ce sujet.
<p>8. Parachèvements mécaniques</p> <p>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, le revêtement de zinc endommagé doit être reconditionné, voir le point 6.4 de la norme EN-ISO 1461.</p>	
Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
<p>Le reconditionnement doit satisfaire au point 6.4 de la norme EN ISO 1461 .</p> <p>La méthode de reconditionnement doit être convenue au préalable entre l'acheteur et l'atelier de galvanisation.</p>	<p>Le reconditionnement doit satisfaire au point 6.4 de la norme EN ISO 1461 .</p> <p>Le reconditionnement avec de la peinture riche en zinc, comme décrit dans la norme et la fiche technique 2, donne le meilleur résultat au niveau esthétique.</p>
<p>9. Trous d'évent, orifices d'entrée et de sortie dans les éléments de construction creux ou angles fermés</p> <p>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 les indications et les conseils correspondants qui figurent dans le document annexé 'Liste de vérification pour bien galvaniser en toute sécurité'. Les manquements aux règles mentionnées ci-dessus mettent gravement en danger le personnel de l'atelier de galvanisation (explosions, éclaboussures d'acier en fusion à 450 °C). Le non-respect de ces règles peut également entraîner la déformation et l'endommagement des pièces ou de la construction, ou générer la formation de zones non revêtues.</p> <p>Remarque :</p> <p>L'Annexe A de la norme EN ISO 14713-2 indique des conceptions recommandées des détails de construction pour la galvanisation à chaud.</p>	
Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Tous les orifices d'entrée et de sortie doivent être conformes à la 'Liste de vérification pour bien galvaniser en toute sécurité'.	Tous les orifices d'entrée et de sortie doivent être conformes à la 'Liste de contrôles pour bien galvaniser en toute sécurité'. Lors de la localisation exacte des orifices, tenir compte des traces de passage éventuelles du zinc en fusion. Il est fortement recommandé de consulter l'atelier de galvanisation.

10. 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 comprend un tableau avec une indication des effets du contact entre le zinc et d'autres métaux. Le tableau ci-dessous indique 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
cuivre	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		

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Tous les boulons, écrous et rondelles doivent être galvanisés à chaud par centrifugation ou être en inox 304 ou 316.	Tous les boulons, écrous et rondelles doivent être galvanisés à chaud par centrifugation ou être en inox 304 ou 316.

11. Transport et stockage

Lors du transport et du stockage, des mesures doivent être prises pour éviter la formation de rouille blanche. La rouille blanche se forme lorsque l'acier fraîchement galvanisé est recouvert pendant un certain temps d'un film humide (liquide stagnant). Ne pas poser 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)*

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
Pas d'exigences complémentaires	Après la galvanisation à chaud, stocker et transporter les pièces ou les constructions dans des conditions propres et sèches. Des mesures complémentaires peuvent éventuellement être prises en concertation avec l'atelier de galvanisation.

12. Exigences auxquelles doit satisfaire l'acier galvanisé. Points de contrôle

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.

Fonctionnel Classe F	Esthétique Classe E
<p>Une inspection comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle du revêtement de zinc pour vérifier qu'il est exempt de défauts inacceptables selon la norme EN ISO 1461. - contrôle de l'épaisseur ou de la masse du revêtement de zinc. - présence de surfaces non revêtues. <p>Les surfaces non revêtues ne doivent pas dépasser, le cas échéant, plus de 0,5 % de la surface totale de la pièce. Aucune surface non revêtue ne doit mesurer plus de 10 cm². 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. <i>(Voir également la fiche technique no. 9 Inspection d'un lot d'acier galvanisé à chaud de manière discontinue)</i></p>	<p>Une inspection comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle pour vérifier que l'ensemble de la construction est exempt de picots, restes de cendres de zinc, rouille blanche, etc. - contrôle de l'épaisseur ou de la masse du revêtement de zinc. - contrôle pour vérifier, le cas échéant, que les zones non revêtues ont été reconditionnées de manière esthétique. - En cas d'accord préalable, contrôle de l'emballage et d'autres points éventuels.

5. 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, exécuté selon l'une des méthodes mentionnées ci-dessus. *(Voir également la fiche technique no. 6 Soudage après la galvanisation à chaud)*

6. 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 portée aux accords sur le post-traitement destiné à rendre la couche apte à recevoir un revêtement organique.

7. 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). Ces fiches sont mentionnées dans le tableau ci-dessous. Le texte ci-dessus fait référence aux titres en caractères gras des fiches.

1. Les taches de stockage humide
2. Procédure de reconditionnement des surfaces non galvanisées
3. Déformations par galvanisation à chaud
4. Corrosion de contact
5. Soudage avant la galvanisation à chaud
6. Soudage après la galvanisation à chaud
7. État de la surface de l'acier avant la galvanisation à chaud
8. Identification des pièces à galvaniser à chaud
9. Inspection d'un lot d'acier galvanisé à chaud de manière discontinue
10. Durée de l'effet anticorrosion d'un revêtement de galvanisation à chaud
11. Méthodes d'application du zinc sur l'acier – les dénominations appropriées
12. Les propriétés mécaniques de l'acier galvanisé à 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 discontinue vs. galvanisation à chaud continue
16. Galvanisation à chaud discontinue vs. projection thermique de zinc
17. Galvanisation à chaud discontinue vs. galvanisation électrolytique
18. Influence de la composition de l'acier sur les propriétés de la couche de zinc

19. Galvanisation à chaud discontinue vs. systèmes de peinture

20. La protection cathodique et protection des arrêtes