
**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**

*Zinc coatings — Guidelines and recommendations for the protection
against corrosion of iron and steel in structures —*

Part 2: Hot dip galvanizing

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33e/iso-14713-2-2019>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33e/iso-14713-2-2019>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 14713-2:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33c/iso-14713-2-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33c/iso-14713-2-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Conception pour la galvanisation à chaud	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Préparation de surface.....	2
4.3 Procédures relatives à des considérations de conception.....	2
4.4 Caractéristiques de conception.....	3
4.5 Tolérances.....	3
5 Conception pour le stockage et le transport	4
6 Effet de l'état de la pièce sur la qualité de la galvanisation à chaud	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Composition du matériau.....	4
6.3 Pièces.....	5
6.4 État de surface.....	6
6.5 Influence de la rugosité de surface de l'acier sur l'épaisseur du revêtement galvanisé à chaud.....	6
6.6 Influence des procédés de découpe thermique et de soudage.....	6
6.6.1 Découpe thermique.....	6
6.6.2 Soudage.....	6
6.6.3 Bords libres.....	7
6.7 Effet des contraintes internes dans la pièce en acier.....	7
6.7.1 Généralités.....	7
6.7.2 Fissuration due à la déformation.....	7
6.7.3 Fragilisation par l'hydrogène.....	8
6.7.4 Fragilisation par écrouissage.....	8
6.7.5 Fissuration révélée par le métal en fusion ou fragilisation par métal liquide.....	8
6.8 Objets de grande dimension ou aciers de forte épaisseur.....	8
6.9 Pratique de galvanisation à chaud.....	8
7 Effet du processus de galvanisation à chaud sur la pièce	9
7.1 Tolérances dimensionnelles des filetages.....	9
7.2 Effet de la température du procédé.....	9
8 Post-traitements	9
Annexe A (informative) Conceptions recommandées des pièces pour galvanisation à chaud	11
Bibliographie	23

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 4, *Revêtements par immersion à chaud (galvanisation, etc.)*. 3-2-2019

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14713-2:2009) qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- modifications techniques mineures et ajout de deux nouvelles notes dans le [Tableau 1](#);
- amélioration de la clarté des recommandations à [l'Article 6](#);
- révision conséquente des figures de [l'Annexe A](#);
- ajout des [Tableaux A.1](#), [A.2](#) et [A.3](#) dans [l'Annexe A](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 14713 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

La protection assurée par le revêtement galvanisé à chaud appliqué sur la pièce dépend de la méthode d'application du revêtement, de la conception de la pièce et de l'environnement spécifique auquel la pièce est exposée. La pièce galvanisée à chaud peut également être protégée par l'application de revêtements supplémentaires (non couverts par le domaine d'application du présent document), tels que des revêtements organiques (peintures ou revêtements poudre). Lorsqu'elle est appliquée aux pièces galvanisées à chaud, cette combinaison de revêtements est souvent appelée "système duplex".

Les exigences spécifiques relatives à des produits pour lesquels il pourrait exister des normes spécifiques (par exemple pour les revêtements galvanisés à chaud sur les tubes ou les éléments de fixation) prévalent sur les présentes recommandations générales.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 14713-2:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33e/iso-14713-2-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33e/iso-14713-2-2019>

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

1 Domaine d'application

Le présent document donne des lignes directrices et des recommandations concernant les principes généraux de conception appropriés pour les pièces à galvaniser à chaud après fabrication (par exemple conformément à l'ISO 1461) utilisées pour la protection contre la corrosion, par exemple, de pièces qui ont été fabriquées conformément à l'EN 1090-2.

Le présent document ne s'applique pas aux revêtements galvanisés à chaud appliqués sur fil ou sur tôle en continu (par exemple selon l'EN 10346).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 8044, *Corrosion des métaux et alliages — Termes principaux et définitions*

ISO 14713-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/38aecb26-82ea-4c96-a898-8baa1f45a33e/iso-14713-2-2019>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 8044, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1

galvanisation à chaud

formation d'un revêtement de zinc et/ou d'alliages de zinc-fer sur des produits en fer et en acier par immersion de l'acier ou de fontes préparés dans le zinc en fusion

3.2

revêtement galvanisé à chaud

revêtement obtenu par *galvanisation à chaud* (3.1)

Note 1 à l'article: Le terme "revêtement" est utilisé dans le reste du texte avec le sens de "revêtement galvanisé à chaud".

3.3

système duplex

revêtement galvanisé à chaud (3.2) avec un revêtement de peinture ou poudre supplémentaire

4 Conception pour la galvanisation à chaud

4.1 Généralités

Il est essentiel que la conception de toute pièce destinée à être galvanisée tienne compte non seulement de la fonction de la pièce et de sa méthode de fabrication, mais également des limites imposées par le revêtement. L'Annexe A illustre quelques caractéristiques importantes de la conception, dont certaines sont spécifiques à la galvanisation à chaud.

Certaines contraintes internes dans les pièces à galvaniser font l'objet d'une relaxation pendant le processus de galvanisation à chaud, ce qui peut déformer ou endommager la pièce revêtue. Ces contraintes internes sont dues aux opérations de finition au stade de la fabrication, telles que le formage à froid, le soudage, l'oxycoupage ou le perçage, et aux contraintes résiduelles issues du laminage.

Il convient que l'acheteur consulte le galvaniseur avant de concevoir ou de fabriquer un produit à galvaniser à chaud, car il peut s'avérer nécessaire d'adapter la construction de la pièce au processus de galvanisation à chaud.

4.2 Préparation de surface

Il convient que la conception et les matériaux utilisés permettent une bonne préparation de surface, phase essentielle de la réalisation d'un revêtement de grande qualité (voir 6.4).

Le graphite débouchant en surface des pièces de fonte interfère avec leur mouillage par le métal fondu. En outre, les pièces de fonte qui ont été recuites peuvent présenter en surface des particules de silice que l'on retirera pour obtenir un revêtement de bonne qualité. Un grenailage est conseillé à la fois avant et après le recuit.

4.3 Procédures relatives à des considérations de conception

Il convient que la capacité du bain de galvanisation à chaud et des installations connexes soit suffisante pour traiter les pièces à revêtir de zinc par galvanisation à chaud. De préférence, il convient que les pièces soient conçues pour recevoir le revêtement en une seule opération d'immersion. Les pièces trop volumineuses pour les bains existants peuvent être partiellement immergées et ensuite retournées en longueur ou en hauteur afin d'obtenir un revêtement complet. Une immersion partielle (puis une seconde immersion pour terminer le revêtement) est moins courante que l'opération d'immersion complète en une seule fois.

Pendant l'immersion, tout le matériel est accroché. Il convient de prendre des dispositions pour le levage et la manutention avant la livraison au galvaniseur. Si nécessaire, il convient que le client consulte le galvaniseur et l'informe des limitations éventuelles (par exemple sur l'utilisation de trous existants). Des anneaux de levage sont souvent intégrés pour faciliter la manutention.

Les pièces peuvent être disposées sur des palonniers ou dans des montages. Dans ces cas, quelques marques de contact peuvent être visibles après galvanisation à chaud. L'opération d'émersion implique un mouvement vertical hors du bain, mais les pièces qui sont retirées peuvent être inclinées.

Les étapes du traitement impliquent la libre circulation de l'air, des liquides de prétraitement et du zinc sur toutes les surfaces de la pièce. Les poches d'air empêchent localement la préparation de surface et sont à l'origine de surfaces non revêtues. Les liquides piégés se vaporisent à la température de galvanisation à chaud d'environ 450 °C et la pression qui en résulte peut provoquer un flambage ou des explosions. Tout excès de zinc peut être à l'origine d'une adhérence médiocre, est peu esthétique et constitue un gaspillage.

Certaines pièces, par exemple des échangeurs de chaleur et des conteneurs de gaz, peuvent, si nécessaire, n'être galvanisées à chaud qu'à l'extérieur. Cela implique une technique et un équipement particuliers (par exemple pour enfoncer la pièce dans le bain malgré la poussée d'Archimède créée par le zinc en fusion) et il convient de consulter un spécialiste de la galvanisation au préalable.

La galvanisation à chaud de sections creuses assure la protection à la fois des surfaces internes et externes. Le piégeage de petites quantités de cendres de zinc dans les sections creuses est parfois inévitable et, pour certaines formes et conceptions, ces cendres ne peuvent pas être retirées.

4.4 Caractéristiques de conception

L'[Annexe A](#) indique les caractéristiques de conception préconisées pour les pièces destinées à être galvanisées à chaud.

AVERTISSEMENT — Il est essentiel d'éviter les parties fermées ou de les ventiler, pour prévenir tout risque d'explosion susceptible de gravement blesser les opérateurs. Il faut accorder une attention toute particulière à cet aspect de la conception qui constitue par ailleurs un facteur essentiel au maintien de normes satisfaisantes en matière d'hygiène et de sécurité des opérateurs.

En plus d'assurer l'évacuation et la vidange de pièces tubulaires, les trous permettent également d'obtenir un revêtement sur les surfaces intérieures et, par conséquent, assurent une meilleure protection de la pièce. Occasionnellement, lorsque les niveaux de contrainte résiduelle dans la pièce sont suffisamment élevés, la température de galvanisation à chaud peut entraîner une relaxation des contraintes. Cela est une des principales causes de déformation ou de fissuration imprévue de la pièce en acier. Choisir de préférence des profils symétriques et éviter autant que possible tout écart important dans l'épaisseur ou la section en soudant, par exemple, une tôle fine à des cornières épaisses. Il convient de choisir les techniques de soudage et de fabrication avec l'objectif d'éviter d'introduire des contraintes asymétriques. Il convient de réduire au minimum la dilatation thermique différentielle pendant le soudage et le traitement. Un traitement thermique peut s'avérer nécessaire avant la galvanisation à chaud.

Avant la galvanisation, il convient que l'acheteur consulte le galvaniseur pour définir l'ordre dans lequel les pièces fabriquées doivent être assemblées. Les sous-ensembles compacts (qui occupent un faible volume dans le bain) sont plus économiques à galvaniser. Il est préférable de procéder au soudage avant la galvanisation à chaud afin d'assurer un revêtement de galvanisation à chaud continu sur la soudure.

Il convient de concevoir les pièces en vue de faciliter l'accès et l'écoulement du métal en fusion et d'éviter la formation de poches d'air. Un profil lisse, sans arêtes et recoins inutiles, facilite la galvanisation à chaud. Cela, combiné au boulonnage après galvanisation, améliore également la résistance à la corrosion à long terme.

Les trous nécessaires au processus de galvanisation à chaud sont de préférence pratiqués dans les pièces avant l'assemblage, en découpant ou en meulant les coins des profilés; cela empêche la formation de "poches" dans lesquelles le zinc en fusion peut se solidifier. Lorsque les pièces sont déjà assemblées, le meilleur moyen de pratiquer les trous est le chalumeau, étant donné que l'espace disponible pour le perçage ne permet généralement pas que le trou soit assez près de l'arête ou des coins.

Il convient d'éviter l'évacuation interne des sections creuses. Si l'évacuation interne est inévitable, il convient qu'elle fasse l'objet d'un accord préalable entre le galvaniseur [voir aussi l'ISO 1461:2009, A.2, e)] et le client garantissant que:

- a) les trous sont de la taille maximale possible;
- b) l'utilisation de l'évacuation interne est documentée de manière adéquate (par exemple par des photographies) avant l'assemblage.

4.5 Tolérances

La nature et l'épaisseur de l'acier sont les deux facteurs qui déterminent l'épaisseur du revêtement. Sur les surfaces de contact et pour les trous, il convient de prévoir un jeu supplémentaire pour tenir compte de l'épaisseur du revêtement métallique. Généralement, pour des revêtements sur des surfaces planes, une tolérance d'au moins 1 mm est jugée satisfaisante. Voir l'ISO 1461 pour les définitions de surfaces significatives et les critères d'acceptation du revêtement. Pour les pièces filetées, par exemple les écrous et boulons galvanisés à chaud et centrifugés, les pratiques courantes diffèrent selon les pays. Voir [7.1](#).

5 Conception pour le stockage et le transport

Il convient de toujours empiler solidement les pièces galvanisées à chaud afin de pouvoir les manipuler, les stocker et les transporter en toute sécurité.

S'il existe un besoin spécifique de réduire le développement de taches d'humidité dues au stockage (principalement à base d'oxydes de zinc ou d'hydroxydes de zinc formés à la surface du revêtement galvanisé pendant le stockage des pièces dans des conditions humides), il convient que l'acheteur le dise au galvaniseur au moment de la commande et que des mesures de contrôle appropriées soient convenues.

De telles mesures peuvent comprendre, par exemple, un stockage des pièces permettant la libre circulation de l'air entre les surfaces des pièces, l'utilisation d'entretoises afin de réduire les zones de contact sur la pièce, le post-traitement chimique ou l'évitement d'un emboîtement serré des pièces (lorsque leur conception le permet). L'emballage par rétraction peut conduire à une rétention d'eau dans les pièces et au développement de taches d'humidité dues au stockage.

Conformément à l'ISO 1461, la présence de taches d'humidité dues au stockage n'est pas une cause de rejet, pour autant que l'épaisseur du revêtement demeure au-dessus des exigences minimales spécifiées au moment du contrôle d'acceptation.

6 Effet de l'état de la pièce sur la qualité de la galvanisation à chaud

6.1 Généralités

La plupart des aciers peuvent être galvanisés à chaud conformément à l'ISO 1461. Cela inclut les aciers au carbone non alliés (voir par exemple l'EN 10025-2), les aciers à grain fin (voir par exemple l'EN 10025-3 et l'EN 10025-4), les aciers trempés et revenus, les sections creuses finies à chaud (voir par exemple l'EN 10210-1), les sections creuses finies à froid (voir par exemple l'EN 10219-1), les aciers d'armature (voir par exemple l'EN 10080 et l'EN 10348-2), les aciers d'éléments de fixation [voir par exemple l'ISO 898 (toutes les parties)], la fonte grise (voir par exemple l'EN 1561) et la fonte grise malléable (voir par exemple l'EN 1562). Lorsque d'autres métaux ferreux doivent être galvanisés, il convient que l'acheteur fournisse des informations appropriées ou des échantillons au galvaniseur pour lui permettre de décider si ces aciers peuvent être galvanisés de manière satisfaisante. Les aciers de décolletage contenant du soufre sont en général inappropriés. Les aciers inoxydables sont inappropriés.

6.2 Composition du matériau

Certains éléments, notamment le silicium (Si) et le phosphore (P), sur la surface de l'acier peuvent affecter la galvanisation à chaud en prolongeant la réaction entre le fer et le zinc en fusion. Par conséquent, certaines compositions d'acier peuvent produire des revêtements plus cohérents en termes d'aspect, d'épaisseur et de régularité de surface. Les antécédents de l'acier (par exemple laminé à chaud ou à froid) peuvent également affecter sa réaction avec le zinc en fusion. Lorsque des questions d'esthétique priment ou qu'il existe des critères relatifs à l'épaisseur ou à la régularité de surface du revêtement, il convient de consulter un spécialiste pour le choix de l'acier avant la fabrication de la pièce ou la galvanisation à chaud.

Le [Tableau 1](#) donne des lignes directrices simplifiées sur les compositions des aciers associés à certaines caractéristiques types du revêtement lorsque la galvanisation est réalisée à des températures allant de 440 °C à 460 °C.

Tableau 1 — Caractéristiques du revêtement associées à la composition de l'acier

Catégorie	Niveaux types d'éléments de réaction % (fraction massique)	Informations supplémentaires	Caractéristiques types du revêtement
A	$\leq 0,03$ % Si et $< 0,02$ % P	Voir la NOTE 1 et la NOTE 4	Revêtement brillant à texture plus fine. La structure du revêtement comprend une couche extérieure de zinc.
B	$\geq 0,14$ % Si à $\leq 0,25$ % Si	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 peut avoir un aspect brillant ou mat. La structure du revêtement peut comprendre une couche extérieure de zinc ou l'alliage zinc-fer peut s'étendre à la surface du revêtement en fonction de la composition de l'acier.
C	$> 0,03$ % Si à $< 0,14$ % Si	Risque de formation de revêtements d'épaisseur trop importante.	Revêtement d'aspect plus sombre à texture plus grossière. La structure du revêtement comporte principalement des alliages de fer-zinc qui s'étendent le plus souvent à la surface du revêtement, avec une résistance réduite au dommage dû à la manutention.
D	$> 0,25$ % Si	L'épaisseur du revêtement augmente en fonction de l'augmentation de la teneur en silicium.	

NOTE 1 Les aciers dont les compositions satisfont à la formule $Si \leq 0,03$ % et $Si + 2,5 P \leq 0,09$ % 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 $Si + 2,5 P \leq 0,04$ %.

NOTE 2 La présence d'éléments d'alliage (par exemple du nickel ou de l'aluminium) dans le zinc en fusion peut avoir un effet significatif sur les caractéristiques du revêtement indiquées dans le présent tableau. Le présent tableau 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).

NOTE 3 Les compositions des aciers indiquées dans le présent tableau dépendent de l'influence d'autres facteurs (par exemple laminage à chaud) et les limites de chaque plage varient en conséquence.

NOTE 4 Les aciers avec des compositions $< 0,01$ % de silicium qui ont aussi des teneurs en aluminium $> 0,035$ % peuvent présenter une plus faible réactivité qui pourrait conduire à une épaisseur de revêtement moins importante que prévu. Ces aciers peuvent présenter des niveaux réduits de cohésion du revêtement.

NOTE 5 La conception de la pièce à galvaniser peut également influencer les caractéristiques du revêtement.

6.3 Pièces

Il convient que les pièces soient, dans la mesure du possible, exemptes de porosité de surface et de trous de retrait; il convient de les nettoyer par grenailage, décapage électrolytique ou autres méthodes spécialement appropriées aux pièces. Le décapage habituel dans l'acide chlorhydrique n'enlève pas le sable déposé par le moule, ni le graphite ou le carbone du revenu présent sur la surface de la fonte. Un grenailage est nécessaire pour enlever ces corps étrangers. Le nettoyage des pièces de formes complexes peut être effectué avec de l'acide fluorhydrique par des sociétés spécialisées dans la galvanisation. Il convient de prendre certaines précautions pour la conception des pièces en fonte. La galvanisation des petites pièces de forme simple ayant une coupe transversale pleine ne pose pas de problème particulier à condition que le matériau et l'état de surface s'y prêtent. Il convient de veiller à ce que les pièces plus grandes aient une forme symétrique et présentent des sections d'épaisseur uniforme pour éviter des déformations et une fissuration sous l'effet de contraintes thermiques. Il convient que les rayons d'arrondi intérieurs soient suffisamment importants et que les marquages se fassent en relief ou en creux. Il convient également d'éviter les angles vifs et les renforcements profonds.