
**Protection contre la corrosion du fer et
de l'acier dans les constructions —
Revêtements de zinc et d'aluminium —
Lignes directrices**

*Protection against corrosion of iron and steel in structures — Zinc and
aluminium coatings — Guidelines*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14713:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>



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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-576788716c0c/iso-14713-1999>

La Norme internationale ISO 14713 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 4, *Revêtements par immersion à chaud (galvanisation, etc.)*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte de la présente norme, lire «...la présente norme européenne...» avec le sens de «...la présente Norme internationale...».

Les annexes A à C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

L'annexe ZA fournit une liste des Normes internationales et européennes correspondantes pour lesquelles les équivalents ne sont pas donnés dans le texte.

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

	Page
Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	2
4 Matériaux	2
5 Choix d'un système de revêtement de zinc ou d'aluminium	4
6 Corrosion dans différents environnements	5
7 Conception des systèmes de protection	8
Annexe A (informative) Conception pour la galvanisation à chaud des produits	23
Annexe B (informative) Conception des pièces destinées à recevoir un revêtement par projection thermique sur des substrats en fer et en acier	37
Annexe C (informative) Bibliographie	45
Annexe ZA (normative) Références normatives aux publications internationales avec leurs publications européennes correspondantes	46

(standards.iteh.ai)

[ISO 14713:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

Avant-propos

Le texte de l'EN ISO 14713:1999 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 262 "Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques" dont le secrétariat est tenu par le BSI, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 107 "Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques".

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en août 1999, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en août 1999.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14713:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

1 Domaine d'application

La présente norme européenne est un guide formulant des recommandations générales relatives à la protection contre la corrosion des constructions en fer et en acier, fixations comprises, par des revêtements en zinc ou en aluminium. Si les revêtements obtenus par galvanisation à chaud et projection thermique sur de l'acier laminé à chaud ou formé à froid sont les plus souvent cités, les recommandations formulées dans le présent document s'appliquent également aux autres types de revêtements en zinc (zingage électrolytique, matoplastie, shéardisation, etc.). La protection initiale est traitée en relation avec :

- a) les procédés normalisés existants ;
- b) les considérations théoriques ;
- c) les environnements d'utilisation.

Ces lignes directrices accordent également une grande importance au choix initial du revêtement en aluminium ou en zinc selon qu'il est prévu ou non une application ultérieure de revêtements de peinture ou de poudre.

Ces lignes directrices se présentent sous forme de recommandations générales et ne traitent pas de l'entretien de la protection contre la corrosion assurée pour l'acier par des revêtements en zinc ou en aluminium ; l'entretien des revêtements de protection contre la corrosion sera traité dans un autre document (voir ISO 12944-5).

Les prescriptions spécifiques à chaque type de revêtement métallique font l'objet de normes spécifiques. Les prescriptions relatives aux revêtements métalliques appliqués en usine sur certains produits et qui font partie intégrante de ces produits (par exemple les clous, les éléments de fixation, les canalisations en fonte ductile) figurent dans les normes produit correspondantes.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

ISO 1461:1999	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux — Spécification
ISO 2063	Revêtements métalliques et inorganiques — Projection thermique — Zinc, aluminium et alliages de ces métaux
ISO 2064	Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Définitions et principes concernant le mesurage de l'épaisseur
ISO 2081	Revêtements métalliques — Dépôts électrolytiques de zinc sur fer ou acier
ISO 4998	Tôles en acier au carbone galvanisées en continu par immersion à chaud, de qualité destinée à la construction

ISO 9223	Corrosion des métaux et alliages — Corrosivité des atmosphères - Classification
ISO 12944-5	Peintures et vernis — Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture — Partie 5 : Systèmes de peintures
EN 10142	Bandes et tôles en acier doux galvanisées à chaud et en continu pour formage à froid — Conditions techniques de livraison
EN 10147	Bandes et tôles en aciers de construction galvanisées à chaud en continu — Conditions techniques de livraison
EN 10240	Revêtements intérieur et/ou extérieur des tubes en acier — Spécification pour revêtements de galvanisation à chaud sur des lignes automatiques

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent, outre celles données dans l'ISO 1461, l'ISO 2063 et l'ISO 2064.

3.1

corrosion atmosphérique

corrosion causée par l'exposition à l'atmosphère à des températures comprises entre - 55 °C et + 60 °C

ITeI STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.2

températures élevées

températures comprises entre + 60 °C et + 150 °C

ISO 14713:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

3.3

exposition exceptionnelle

cas particuliers ; exposition qui accélère de façon significative la corrosion et/ou qui soumet le système de protection contre la corrosion à des conditions plus sévères.

3.4

durée de vie avant le premier entretien

laps de temps entre le revêtement initial et le moment où la détérioration du revêtement rend les opérations d'entretien nécessaires pour continuer d'assurer la protection du métal de base.

4 Matériaux

4.1 Substrats en fer et en acier

L'acier peut être laminé à chaud ou formé à froid. Le laminage à chaud est utilisé pour produire la poutrelle courante, en 'I', en 'H' et d'autres profils de construction. Certains profils de construction plus petits sont formés à froid, par exemple les poutres treillis et les lisses de façade, ainsi que les bardages.

L'acier est en fait un alliage de fer et de carbone auquel sont ajoutés d'autres éléments en fonction des performances recherchées et de la méthode de traitement. La nature métallurgique et chimique de l'acier n'a pas d'importance vis-à-vis de la protection par projection thermique. En galvanisation à chaud, la réactivité de l'acier est modifiée par sa composition chimique, en particulier, par les teneurs en silicium et phosphore (voir l'ISO 1461:1999, l'annexe C).

Les fontes et fers forgés sont de compositions métallurgique et chimique diverses. Ceci est sans effet sur la protection par projection thermique, les fontes se prêtant le mieux à la galvanisation à chaud nécessitent les commentaires suivants :

- les pièces en fonte grise : la fonte grise a une teneur en carbone supérieure à 2 %, la majorité de celle-ci est sous forme de lamelles ;
- les pièces en fonte à graphite sphéroïdal (GS) : semblable à la fonte grise en composition sous de nombreux aspects, mais le carbone est présent sous forme sphéroïdale, en raison d'additions de magnésium ou de cérium ;
- les pièces en fonte malléable : à coeur noir, à coeur blanc et perlitiques. La ténacité et l'usinabilité leur sont conférées par les traitements de recuit, mais la présence de carbone primaire n'est pas admissible.

Le décapage habituel dans l'acide chlorhydrique n'enlève 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.

La surface rugueuse que présentent souvent les pièces de fonderie peut être à l'origine d'un certain épaissement des revêtements de galvanisation par rapport à ceux obtenus sur des pièces laminées.

4.2 Métaux non-ferreux pour revêtement

Le revêtement métallique est une méthode efficace pour retarder ou prévenir la corrosion des matériaux ferreux. Le zinc et l'aluminium, ou leurs alliages l'un avec l'autre et avec le fer, sont les plus courants - il sont généralement utilisés sous forme de revêtements métalliques obtenus par galvanisation à chaud ou par projection thermique, parce qu'ils protègent le fer et l'acier de la corrosion non seulement en y faisant obstacle mais aussi par action galvanique.

La corrosion du zinc, de l'aluminium et de leurs alliages dépend de la durée d'exposition à l'humidité et à la contamination de la surface, mais leur vitesse de corrosion est bien moindre que celle de l'acier et décroît souvent avec le temps ; l'importance relative des différents contaminants change également avec le temps.

Ces revêtements non-ferreux peuvent ne pas être entretenus si la corrosion totale du revêtement et du fer ou de l'acier sous-jacent est trop peu importante pour affecter la performance de la

structure durant sa période d'utilisation prévue. Si cette durée de vie devait se prolonger, il conviendrait de restaurer le revêtement en y appliquant une peinture dès le départ, ou, par la suite, sur les restes de la couche de protection précédente.

5 Choix d'un système de revêtement de zinc ou d'aluminium

Le système de revêtement de zinc ou d'aluminium à utiliser est en règle générale sélectionné en tenant compte des points suivants :

- a) l'environnement général dans lequel il est destiné à être utilisé (voir l'article 6 et tableau 1) ;
- b) les variations locales de l'environnement, y compris tout éventuel changement et toute condition particulière prévus ;
- c) la durée de vie requise avant les premières opérations d'entretien du système de revêtement métallique (voir tableau 2 la catégorie d'environnement applicable) ;
- d) les éléments auxiliaires éventuellement nécessaires ;
- e) la nécessité éventuelle d'appliquer une peinture dès le départ, ou peu avant le moment prévu pour effectuer les premières opérations d'entretien sur le revêtement, afin de réduire les coûts d'entretien ;
- f) la disponibilité et le coût ;
- g) dans le cas où la durée de vie du système avant les premières opérations d'entretien est inférieure à celle requise pour la construction, la facilité de son entretien.

Il convient que l'ordre à respecter pour effectuer les opérations nécessaires à l'application du système sélectionné soit déterminé conjointement par le producteur d'acier et la personne chargée de l'application du système de revêtement métallique.

NOTE 1 Des informations complémentaires peuvent être données dans les spécifications des produits.

NOTE 2 Les systèmes zinc-aluminium, pour le revêtement par galvanisation à chaud (particulièrement les tôles et les fils) ainsi que pour la projection thermique, existent seulement dans certains pays et pour certains articles et — tout comme d'autres revêtements en alliages — ils ne sont pas énumérés dans le tableau 2.

6 Corrosion dans différents environnements

6.1 Corrosion atmosphérique

Le tableau 1 récapitule les grandes catégories d'environnements (reprises de l'ISO 9223). Si l'humidité relative est inférieure à 60 %, la vitesse de corrosion du fer et de l'acier est négligeable ce qui peut rendre l'application d'un revêtement métallique superflu, par exemple à l'intérieur d'un grand nombre de bâtiments. Un revêtement métallique avec ou sans peinture peut cependant être considéré comme nécessaire pour des raisons esthétiques ou d'hygiène, par exemple dans l'industrie agro-alimentaire. Si l'humidité relative est supérieure à 60 % ou si le fer et l'acier sont exposés à des conditions humides ou à une condensation de manière prolongée, ils sont, comme la plupart des métaux, sujets à une corrosion plus importante. Les contaminants déposés sur la surface, notamment les chlorures et les sulfates, accélèrent l'attaque. Les substances qui se déposent à la surface du fer et de l'acier augmentent la corrosion si elles absorbent l'humidité ou se dissolvent en surface. La température joue également un rôle dans la vitesse de corrosion du fer et de l'acier non protégés, et l'effet de ses variations est encore plus prononcé que celui de la température moyenne.

La meilleure définition d'un macro-environnement est donnée par les mesures scientifiques (par exemple, l'humidité relative, la température les taux de dépôt des sulfates et des chlorures) mais ces données existent rarement. En conséquence, les descriptions qualitatives du tableau 1 et de la figure 1, ont été élaborées par rapport aux dernières études des Nations Unies et à d'autres études mondiales. Selon les pays ou les régions la tendance à la corrosion diffère, par exemple, une atmosphère dite "industrielle" en Scandinavie ou en Espagne peut être moins corrosive qu'une atmosphère dite "industrielle" au Royaume-Uni. La vitesse de corrosion des revêtements en zinc ou en alliage de zinc a diminué de façon significative au cours des 30 dernières années, et cette tendance devrait se confirmer en raison de la baisse que connaît la pollution atmosphérique. Il convient de choisir la catégorie d'environnement atmosphérique avec rigueur, sur la base de performances connues ou des teneurs en sulfate ou chlorure : la teneur en dioxyde de soufre est la plus significative pour le zinc ; dans d'autres atmosphères comparables, l'augmentation de la vitesse de corrosion du zinc est directement proportionnelle à l'augmentation de la teneur en dioxyde de soufre.

L'étude du micro-environnement, c'est-à-dire des conditions prévalant autour de la construction, joue également un rôle important car elle permet d'évaluer, avec une plus grande précision que ne le fait une simple étude du climat général, les conditions susceptibles d'être rencontrées. Elles ne sont pas toujours connues au stade de la préparation d'un projet. Il convient cependant de tout mettre en oeuvre pour les identifier de façon exacte, car il s'agit d'un élément non négligeable de l'environnement général dans lequel une protection contre la corrosion doit être assurée. Comme exemple de microclimat, on peut citer le dessous d'un pont (particulièrement ceux qui enjambent un cours d'eau).

La corrosion des structures en acier à l'intérieur de bâtiments est fonction des conditions environnementales qui y prévalent, mais, dans des atmosphères dites "normales", c'est à dire sèches et chauffées, elle est négligeable. Une structure en acier incluse dans les murs extérieurs des bâtiments subit l'influence de la configuration de ces murs, par exemple, pour une structure en acier sans contact direct avec la partie extérieure d'une paroi constituée de deux parties séparées par un espace d'air, le risque de corrosion est moindre que pour une structure en acier directement en contact avec cette partie extérieure ou encastrée dedans. Il convient que les bâtiments abritant des procédés industriels, des environnements chimiques, des environnements contaminés ou humides fassent l'objet d'une attention particulière. Une structure en acier qui ne serait que partiellement sous abri, par exemple une grange de ferme, un hangar d'aviation, etc. est considérée en général comme soumise à l'environnement extérieur.

6.2 Corrosion dans le sol

La corrosion dans le sol est fonction de sa teneur en minéraux, de la nature de ces minéraux et des composants organiques, de la teneur en eau et de la teneur en oxygène (corrosion aérobie et anaérobie). Dans un sol perturbé, les vitesses de corrosion sont généralement plus élevées que dans un sol non perturbé.

Les sols contenant du calcaire et les sols sablonneux (à condition qu'ils ne contiennent pas de chlorures) sont généralement les moins corrosifs, alors que les sols argileux ou contenant une argile marneuse ont une action corrosive limitée. La corrosivité des sols marécageux et tourbeux dépend de leur acidité.

Lorsque des constructions en acier d'une certaine taille comme des pipelines, des tunnels, des installations de réservoirs, traversent différents types de sols, une corrosion accrue (piqûre) peut se produire localement (zones anodiques) en raison de la formation de cellules d'aération différentielles. Dans certaines applications, par exemple, la terre armée, on associe un revêtement métallique à un remblais de composition contrôlée.

Des cellules de corrosion peuvent également se former aux interfaces eaux souterraines/sol et sol/air, ce qui peut éventuellement accroître la corrosion ; ces zones feront en général l'objet d'une attention particulière. Inversement, pour les structures enterrées (ou immergées) l'application d'une protection cathodique peut à la fois modifier les exigences applicables au revêtement protecteur et allonger sa durée de vie. Pour disposer de conseils complets sur tous les aspects de la question, il convient de consulter un spécialiste.

Le nombre des facteurs influençant la corrosion dans le sol rend leur résumé impossible dans le tableau 2.

6.3 Corrosion dans l'eau

ISO 14713:1999
<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

Le type d'eau — eau douce ou dure/eau saumâtre/eau salée — a une influence importante sur la corrosion de l'acier dans l'eau et sur le choix des revêtements métalliques de protection. Avec les revêtements en zinc, la corrosion est principalement fonction de la composition chimique de l'eau, mais la température, la pression, le débit, l'agitation et l'oxygène disponible sont autant de facteurs à prendre en compte.

Par exemple, il est déconseillé d'utiliser du zinc dans des eaux chaudes non entartrantes. Les condensats peuvent également être à l'origine d'une corrosion sévère, et notamment entre 55 °C et 80 °C (par exemple dans des saunas). Autrement, une protection barrière peut être assurée à toute température ; au-dessous de 60 °C, le zinc peut également assurer une protection cathodique. La durée de vie des surfaces de zinc dans des eaux froides entartrantes est généralement plus longue que dans des eaux non entartrantes (l'indice de Ryznar ou celui de Langelier peut être utilisé pour calculer le potentiel d'entartrage de l'eau). Le choix de l'aluminium ou du zinc se fait souvent en fonction du pH : aluminium pour un pH < 5 ou 6 ; zinc pour un pH > 5 ou 6 (en fonction d'autres facteurs). La composition des eaux non salines pouvant varier énormément, il convient d'avoir recours aux connaissances acquises par expérience ou de consulter un expert. Pour l'eau chaude, l'avis d'un spécialiste devra être systématiquement demandé (voir également la norme DIN 50930-3:1991, par exemple). Les revêtements utilisés dans les structures en contact avec l'eau potable (y compris les tubes, raccords, réservoirs et couvercles de réservoirs) ne doivent pas être toxiques ni apporter un goût ou une odeur quelconque à l'eau, ni modifier sa couleur, ni la rendre trouble. En outre, ils ne doivent pas favoriser une attaque microbienne. Dans les réservoirs, on applique, en général, pour assurer une protection supplémentaire, des couches de peinture bitumineuse en quantité suffisante.

Les zones de marnage (c'est-à-dire les zones où le niveau d'eau change en raison de fluctuations naturelles — par exemple, le mouvement des marées — ou artificielles comme dans les écluses ou les réservoirs) ou encore les zones d'éclaboussures, sont à traiter comme des cas particuliers car, outre l'attaque due à l'eau, il peut également se produire une attaque résultant des conditions atmosphériques ou de l'abrasion.

Les nombreux facteurs à prendre en compte pour la corrosion en eau douce rendent impossible un résumé de conseils simples dans le tableau 2. Pour l'eau de mer, quelques indications sont données dans le tableau 2 g) mais nous insistons sur le fait que, pour toutes les utilisations dans l'eau, il est recommandé de consulter un spécialiste en ce qui concerne les conditions d'utilisation.

6.4 Exposition exceptionnelle (cas particuliers)

6.4.1 Généralités

En raison de la grande diversité des types d'exposition exceptionnelle/cas particuliers existants, seuls quelques exemples sont traités ci-dessous de 6.4.2 à 6.4.4 et le tableau 2 ne tient pas compte de leurs effets.

6.4.2 Attaque chimique

La corrosion, notamment acide dans le cas des revêtements en zinc, et basique dans le cas des revêtements en aluminium, peut être localement plus sévère, en raison d'une pollution due à des processus industriels.

De nombreux solvants organiques n'ont pratiquement pas d'effet sur les métaux non-ferreux, mais il convient de solliciter des conseils spécifiques à chaque produit chimique.

6.4.3 Abrasion

Une action mécanique naturelle peut se produire dans l'eau en raison du déplacement de blocs de roche, de l'abrasion due au sable, des embruns, etc. Les particules entraînées par le vent (par exemple le sable) peuvent également renforcer ce phénomène d'abrasion.

Les revêtements métalliques non-ferreux ont une résistance à l'abrasion très supérieure (de 10 fois ou plus) à celle de la plupart des revêtements de peinture classiques. Les alliages zinc-fer ont une dureté particulièrement élevée.

Les zones sur lesquelles on circule à pied ou en voiture ou qui frottent l'une contre l'autre peuvent subir une abrasion sévère. Les zones situées sous un gravier grossier subissent des chocs ou une abrasion sévères. Une bonne liaison entre le revêtement métallique et l'acier (en particulier dans la galvanisation à chaud et la shérardisation, où il y a formation d'alliages) permet de limiter ces effets.

6.4.4 Exposition à des températures élevées ou très élevées

Tous les revêtements métalliques décrits peuvent, en général, être utilisés à des températures élevées. En ce qui concerne les matériaux / revêtements organiques, il convient de consulter un expert.

Les températures supérieures à 200 °C ne sont pas prises en compte dans la présente norme européenne. Des températures comprises entre + 200 °C et + 500 °C ne se rencontrent que dans certaines conditions de construction et d'utilisation, par exemple dans des cheminées en acier, des conduites de gaz de combustion, des conduites principales de gaz dans les cokeries. Pour les revêtements de surface ainsi exposés, il est recommandé de consulter un spécialiste.

7 Conception des systèmes de protection

7.1 Principes généraux

Il convient que le choix du système de protection se fasse en fonction de la conception des structures et des installations. Il peut s'avérer économique ou judicieux de modifier la conception d'une structure pour l'adapter au système de protection choisi. Il convient de prendre en compte les points suivants :

- a) il convient de prévoir pour l'entretien un accès facile et sans danger ;
 - b) il convient d'éviter les poches et cavités favorisant l'accumulation d'eau et de saleté ; des contours lisses facilitent l'application d'un revêtement protecteur et améliorent la résistance à la corrosion. Evacuer les produits chimiques corrosifs à distance des éléments de construction, par exemple en utilisant des tubes de drainage pour contrôler les sels de dégivrage ;
 - c) il convient de doter les zones inaccessibles après montage d'un système de revêtement conçu pour durer aussi longtemps que la durée de vie prévue pour la structure ;
 - d) en présence d'une corrosion bimétallique éventuelle, il convient d'envisager des mesures de protection supplémentaires (voir PD 6484 de British Standards Institution par exemple) ;
 - e) lorsque l'acier revêtu est susceptible d'entrer en contact avec d'autres matériaux de construction, il convient que la zone de contact fasse l'objet d'une attention particulière, par exemple il convient d'étudier la possibilité d'utiliser de la peinture, des rubans ou des feuilles en matière plastique ;
 - f) la galvanisation à chaud, la sérardisation, la matoplastie ou la galvanoplastie ne peuvent être réalisées qu'en atelier ; la projection thermique et le revêtement des écailles de zinc peuvent se faire en atelier ou sur site. Lorsqu'une peinture doit être appliquée à un revêtement métallique, son application est plus facile en atelier mais, si elle risque d'être abîmée pendant le transport ou le montage, les spécificateurs peuvent choisir d'appliquer la dernière couche de peinture sur site.
- Lorsque l'ensemble du système est appliqué en atelier, les spécifications feront état des précautions qui s'imposent à toutes les étapes pour éviter d'endommager l'acier revêtu, et prévoir des procédures de réparation du revêtement après montage de la structure en acier ;
- g) il convient que la galvanisation à chaud (conformément à l'ISO 1461) ou la projection thermique (conformément à l'ISO 2063) soient effectuées après le cintrage ou autre procédé de fabrication ;
 - h) les méthodes de marquage des pièces avant le revêtement ;
 - i) les précautions nécessaires pour minimiser les risques de déformation pendant ou après le traitement.

7.2 Conception pratique

Les règles de conception pour la galvanisation à chaud diffèrent de celles exigées pour les revêtements appliqués par projection thermique. L'annexe A fournit des conseils sur la conception pour la galvanisation à chaud et l'annexe B, pour la projection thermique. Ceux-ci complètent les principes généraux du code de bonne pratique des constructions en acier.

Il convient d'associer le galvanisateur à la conception dès le début, afin de compenser dans la mesure du possible les contraintes introduites pendant la fabrication. Certaines contraintes du métal de base seront relaxées pendant la galvanisation à chaud, ce qui peut provoquer une déformation de l'article revêtu.

La conception des pièces pour le zingage électrolytique suit les principes généraux de conception pour la galvanoplastie ; ces derniers ne sont pas donnés ici. La conception des pièces pour la shérardisation et la matoplastie sera discutée avec des spécialistes ; en général, ces procédés conviennent mieux aux petites pièces pouvant être traitées au tonneau, mais pour d'autres formes, des installations spécialisées peuvent être utilisées.

7.3 Tubes et sections creuses

7.3.1 Généralités

Si elles sont sèches et hermétiquement fermées, il est en général inutile d'appliquer une protection sur les surfaces internes des tubes et sections creuses. Si les sections creuses sont destinées à être exposées aux conditions atmosphériques et qu'elles ne sont pas hermétiquement fermées, il convient de prévoir une protection à la fois à l'intérieur et à l'extérieur, d'éviter la formation de dépôts internes et de drainer toute l'eau d'infiltration.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/79f44b14-e748-4796-aadb-d26278f6a7a6/iso-14713-1999>

7.3.2 Protection par galvanisation à chaud

La galvanisation dote la pièce d'un revêtement d'épaisseur égale à l'intérieur comme à l'extérieur. Si des tubes et des sections creuses sont galvanisés à chaud après assemblage sous forme de structure, il convient de ménager en conséquence des orifices d'évacuation des liquides ou des gaz (voir l'annexe A).

7.3.3 Protection par projection thermique

La protection par projection thermique de certaines surfaces internes peut s'avérer impossible en raison d'un accès insuffisant pour le pistolet. Si, en conséquence, on a recours à un système moins protecteur pour des surfaces internes de structures qui ne sont pas entièrement fermées, il convient d'envisager d'autres méthodes (par exemple, des produits dessiccants) contribuant à augmenter la durée de vie du revêtement protecteur.

7.4 Assemblage

7.4.1 Éléments de fixation à utiliser avec les revêtements obtenus par projection thermique et galvanisation à chaud

Le traitement de protection des boulons, écrous et autres pièces des assemblages structurels fera l'objet d'une attention particulière. L'idéal est de les doter d'une protection au moins égale à celle spécifiée pour l'ensemble des surfaces. Des exigences spécifiques sont données dans les normes

de produits correspondantes, ainsi que dans une série de normes relatives aux revêtements des éléments de fixation actuellement en cours de préparation/de publication.

Il convient de prendre en considération les éléments de fixation galvanisés à chaud (voir par exemple l'ISO 1461, qui couvre les épaisseurs de revêtement jusqu'à 55 µm), shérardisés (la norme européenne est au stade de projet de comité (sujet de travail 00262097)) ou les autres revêtements des éléments de fixation en acier. Il est également possible d'utiliser des éléments de fixation en acier inoxydable ; il convient de les peindre après assemblage, si nécessaire pour des raisons esthétiques, ou pour éviter une corrosion bimétallique lors de l'immersion dans des solutions de chlorure. Dans ces cas, il convient de faire subir à l'acier inoxydable un traitement préalable approprié.

il y a lieu d'appliquer un traitement spécial sur les surfaces en contact des assemblages réalisés avec des boulons H.R. travaillant au frottement. Il n'est pas nécessaire de retirer les revêtements obtenus par projection thermique ou galvanisation à chaud de ces zones pour obtenir un coefficient de frottement adéquat ; cependant, il convient de tenir compte des exigences pour éviter le glissement à long terme ou le fluage, ainsi que des ajustements nécessaires aux dimensions de l'assemblage.

7.4.2 Considérations relatives au soudage pour les revêtements

L'influence des techniques de soudage varie selon que les zones de soudage sont :

- a) protégées après la préparation de surface et avant le soudage ;
- b) laissées nues jusqu'à ce que le soudage soit terminé.

Il est préférable de procéder au soudage avant galvanisation à chaud ou projection thermique. Après le soudage, il convient de préparer la surface au niveau précisé pour l'ensemble de la structure en acier, avant l'application du revêtement de protection. Il convient de veiller à la symétrie du soudage (c'est-à-dire, à répartir de façon égale les soudures de part et d'autre de l'axe principal) pour éviter d'introduire des contraintes asymétriques dans la structure. Il convient d'éliminer les résidus du soudage avant d'appliquer le revêtement. A cet effet, les traitements préalables courants pour la projection thermique suffisent en général, mais pour ce qui concerne la galvanisation à chaud, un traitement préalable supplémentaire peut s'avérer nécessaire ; le nettoyage des scories de soudage, en particulier, fera l'objet d'une opération particulière. Certaines formes de soudage laissent des dépôts basiques. Ceux-ci doivent être éliminés par décapage mécanique suivi d'un rinçage à l'eau claire avant application d'un revêtement par projection thermique (ceci ne s'applique pas à la galvanisation à chaud où le traitement préalable élimine les dépôts basiques).

Il est déconseillé d'utiliser un grenailé prépeint en cours de fabrication, car il devra être éliminé avant galvanisation à chaud ou projection thermique.

Lorsque le soudage a lieu après galvanisation à chaud ou projection thermique, il est recommandé de retirer, avant le soudage, le revêtement localement sur la zone à souder pour garantir une soudure de meilleure qualité. Après le soudage, il y a lieu de reconditionner localement la protection par projection thermique, utilisation de "baguettes de brasure" et/ou application de peintures riches en zinc.

Après le soudage d'aciers revêtus, il convient de préparer la surface au niveau de qualité spécifié pour l'ensemble de la structure, avant d'y appliquer une peinture ou un revêtement poudre.

Les assemblages de métaux différents, exigeant des traitements préalables différents, seront discutés avec le galvanisateur.

7.4.3 Brasage

Il est impossible de galvaniser à chaud les assemblages réalisés par brasage tendre ; quant au brasage fort, il sera évité dans la mesure du possible (de nombreux types de brasage sont incompatibles avec la galvanisation à chaud). Tout brasage fort envisagé sera soumis à l'avis d'un galvanisateur.

Ces processus pouvant faire appel à l'utilisation de flux corrodants, il convient de bien nettoyer les résidus de flux après le processus de revêtement pour éviter la corrosion des parties revêtues. Il convient que les pièces soient conçues pour permettre cette opération.

7.5 Revêtements de zinc et d'aluminium avec peintures

L'ISO 12944-5 donne des informations relatives aux revêtements de zinc et d'aluminium avec peintures. Dans des environnements peu agressifs (ou pour des durées de vie plus courtes que celles indiquées), une simple couche de peinture appliquée avec une préparation préalable, si elle est spécifiée, suffit.

Dans des environnements agressifs et humides, deux couches de peinture sont appliquées pour réduire le nombre des pores débouchant en surface.

La durée de vie d'une structure revêtue est plus longue que la vie d'un système de revêtement, du fait qu'une certaine perte d'acier par corrosion est tolérée avant de déclarer la structure hors d'usage. S'il est nécessaire de prolonger encore la durée de vie du revêtement, il faut prévoir des opérations d'entretien avant l'apparition de rouille, et de préférence, alors qu'il reste au moins 20 µm à 30 µm de revêtement métallique. Ceci confère à un métal entretenu doté d'un système de peinture, une durée de vie totale plus longue que celle d'un simple revêtement de peinture.

Si l'entretien n'a lieu qu'après consommation du revêtement et apparition de la rouille, il convient que l'acier soit entretenu de la même façon qu'un acier peint rouillé.

La durée de vie totale d'un métal entretenu doté d'un système de peinture est, en général, significativement plus longue que celle obtenue en faisant la somme de la durée de vie du revêtement métallique (donnée au tableau 2) d'une part, et de celle du revêtement de peinture ou de poudre utilisé, d'autre part. Nous sommes en présence d'une synergie : le revêtement métallique retarde l'apparition de rouille sous la pellicule de peinture et la peinture préserve le revêtement métallique d'une corrosion prématurée.

Lorsque l'on souhaite conserver comme base à entretenir une couche de peinture à peu près intacte, il convient que le système de peinture appliqué soit plus épais.

Les opérations d'entretien ont généralement lieu lorsque le revêtement métallique, ou son aspect, se détériore. La détérioration des revêtements métalliques est en général plus lente que celle de la peinture. C'est pourquoi, la durée de vie d'un revêtement métallique, avant le premier entretien, peut être de 20 ans et plus, alors que celle du même revêtement métallique peint ne sera, pour des raisons d'aspect, que de 10 ans. Il convient également de noter qu'une zone dont la peinture s'est dégradée peut retenir l'humidité et donc accélérer la corrosion du métal, notamment lorsque cette surface n'est pas lavée par la pluie.