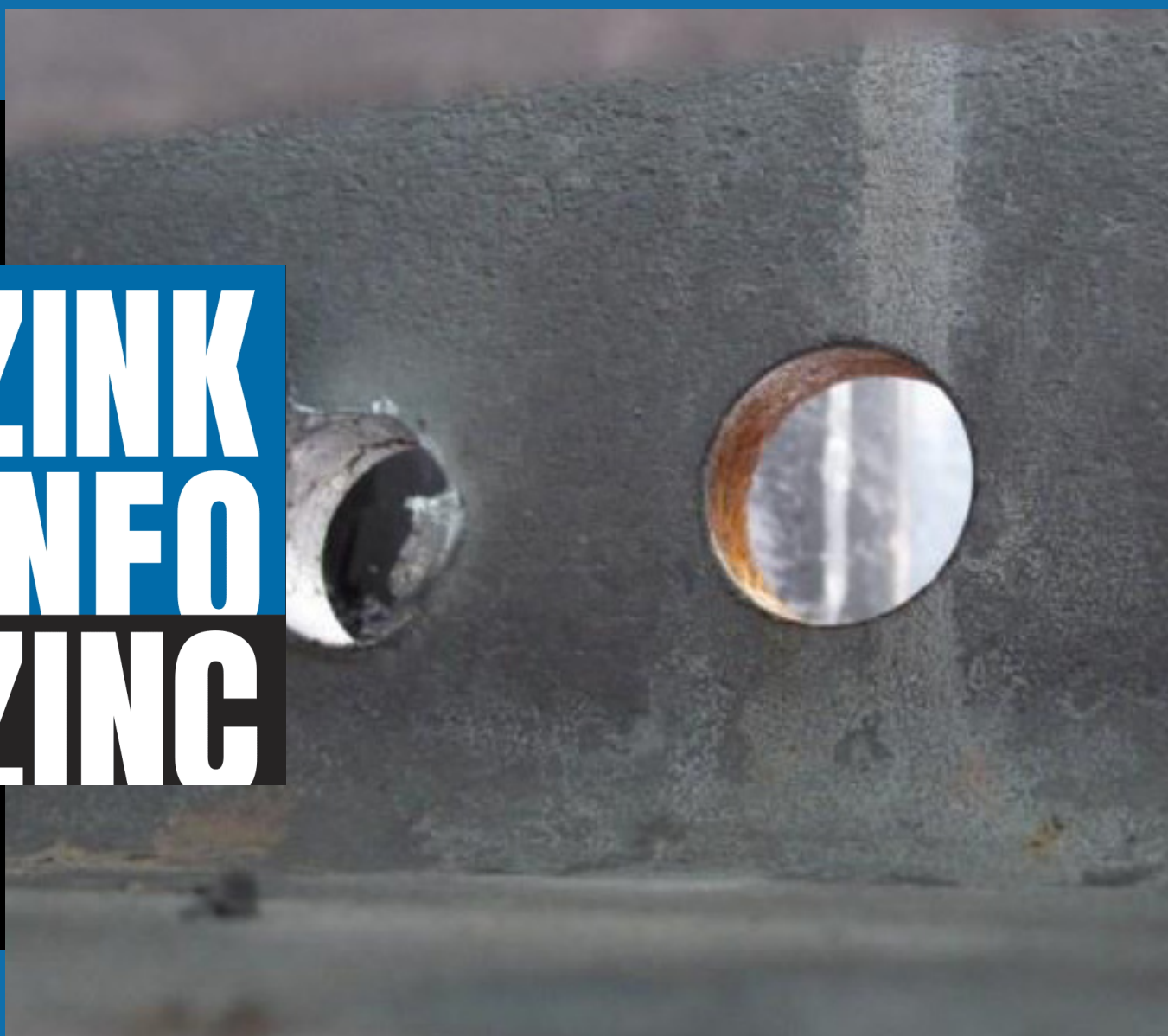


# FICHE TECHNIQUE #20

## PROTECTION CATHODIQUE ET EFFET DES ARÊTES VIVES

Pourquoi l'acier zingué protège-t-il de la rouille et les bords tranchants ne posent-ils pas de problème ?

**ZINK  
INFO  
ZINC**



# MISSION STATEMENT

Nous voulons que les parties prenantes d'aujourd'hui et de demain reconnaissent généralement la galvanisation à chaud comme la forme la plus efficace et la plus durable de prévention de la corrosion pour l'acier.

La galvanisation à chaud est un procédé unique qui, depuis plus de 150 ans, est le « champion du monde de la prévention de la corrosion ». Aucune autre méthode ne se rapproche autant de cette protection complète de l'acier. De plus, c'est aussi le choix le plus intelligent et le plus responsable. La construction circulaire a un rôle important à jouer dans la lutte contre le réchauffement climatique. Le fil conducteur est de mieux utiliser et réutiliser les matières premières rares. Grâce à la galvanisation à chaud, nous optons pour un acier 100 % circulaire. La meilleure protection et le choix le plus responsable.

## ABSOLUMENT ZINC

**Cette Fiche Technique n'est qu'une parmi tant d'autres. Pour plus d'informations, consultez le site [www.infozincbenelux.com](http://www.infozincbenelux.com)**



Vous souhaitez en savoir plus sur la galvanisation à chaud ?  
Contactez Hans Boender à l'adresse [hans@zinkinfobenelux.com](mailto:hans@zinkinfobenelux.com).  
Hans est notre expert technique.

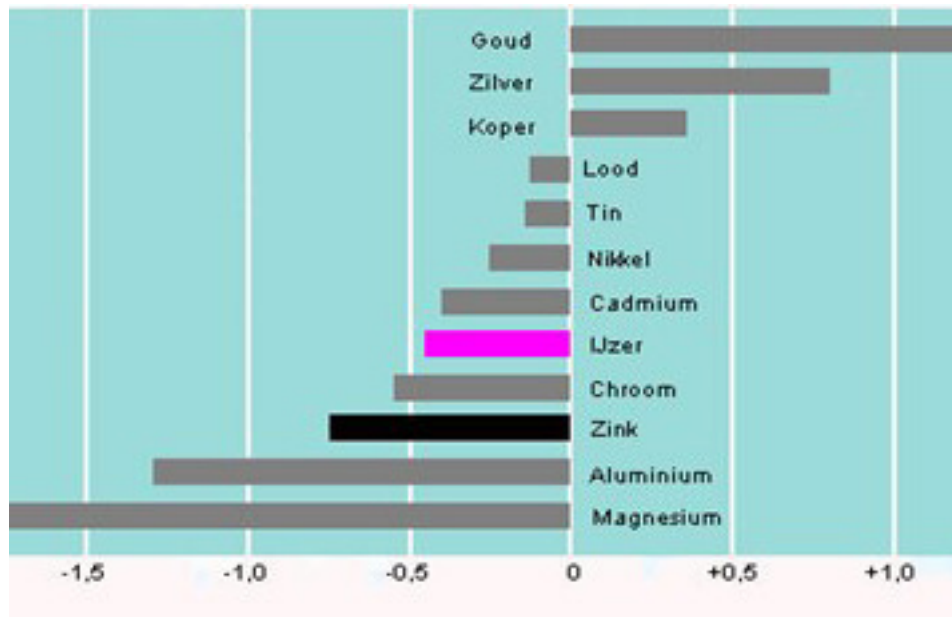
**Les dommages constituent un maillon faible pour presque toutes les formes de protection contre la corrosion. Dans la pratique quotidienne, il apparaît qu'après avoir soigneusement appliqué le système de conservation sur les matériaux, diverses opérations sont encore effectuées qui causent de petits dommages. Pensez par exemple au contact avec les fourches des chariots élévateurs, au chargement sur des camions qui bougent pendant le transport et au montage d'objets sur le site du projet. Les petites rayures et éraflures favorisent l'apparition de rouille/corrosion. Les arêtes vives sont également souvent à l'origine de la rouille du fer. Avec la galvanisation à chaud, c'est tout autre chose : ni les dommages décrits ci-dessus, ni les arêtes vives ne favorisent la formation de rouille. Dans cette fiche d'information, nous expliquons pourquoi.**

Le procédé de galvanisation à chaud a été décrit dès 1742 comme la méthode la plus idéale de protection de l'acier contre la corrosion. La couche de zinc entoure complètement l'acier et, en raison de la très faible vitesse de corrosion de la couche de zinc, cette méthode permet d'obtenir facilement une protection de 50 à 100 ans sans entretien (voir également la fiche d'information technique 10 : Résistance à la corrosion de l'acier galvanisé à chaud). Ce que les gens ne savent pas toujours, c'est qu'il ne s'agit pas simplement d'appliquer une couche de zinc sur l'acier, mais qu'un processus métallurgique a lieu. Pendant le processus de trempage, il y a diffusion du zinc et du fer, ce qui crée des couches d'alliage zinc-fer, généralement recouvertes d'une couche de zinc pur (couche de solidification). La réaction au cours de ce processus, heureusement mais, ne prend pas en compte la géométrie de l'objet telle que les arêtes vives. Cela signifie que même sur une arête vive, une couche de zinc d'une épaisseur similaire à celle du reste de l'objet se forme. En cas de dommages (rayures et égratignures), il existe deux facteurs de protection: d'une part, le fait que les couches d'alliage zinc-fer formées sont beaucoup plus dures (et donc plus résistantes aux rayures) que l'acier et donc moins susceptibles de causer des dommages (voir également la Fiche Technique 12 : Propriétés mécaniques de l'acier galvanisé à chaud). En outre, lorsque la couche de zinc à l'endroit de la rayure a disparu, un autre phénomène physique contribue à contrer la rouille. C'est ce qu'on appelle la protection cathodique.

## PROTECTION CATHODIQUE

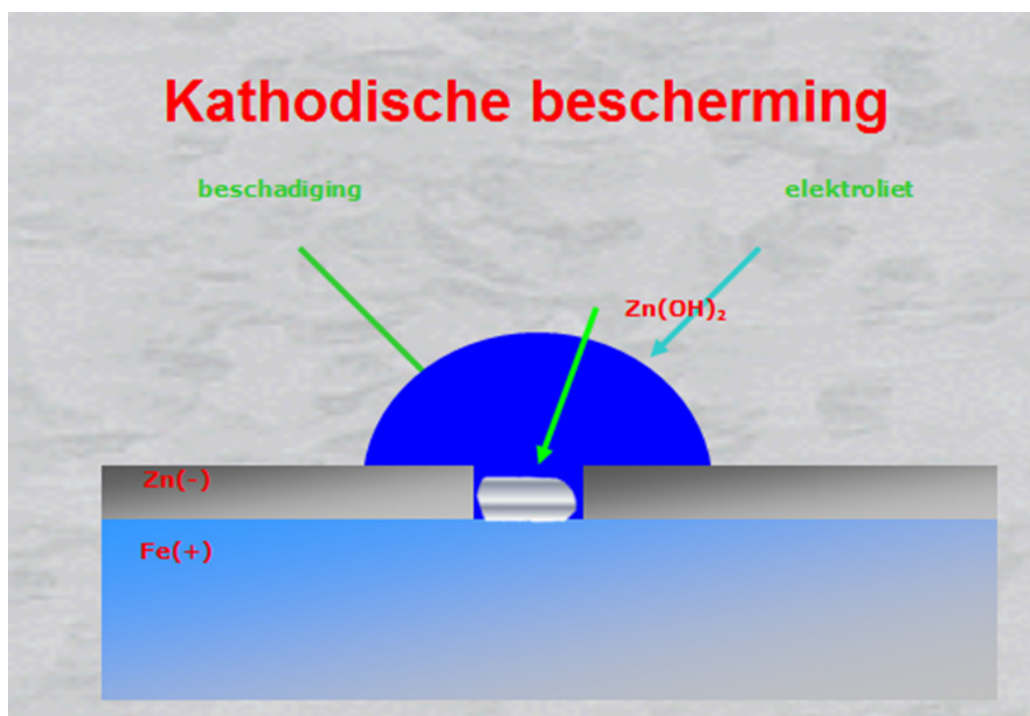
Tous les métaux ont un potentiel dit normal, qui caractérise leur tendance à l'oxydation - et donc à l'émission d'ions positifs. En d'autres termes, chaque métal possède une certaine tension électrochimique. Comme cette tension diffère d'un métal à l'autre, elle peut être représentée par une série de tensions électrochimiques (voir figure 1).

IMAGE 1 : POTENTIEL PAR RAPPORT À L'ÉLECTRODE À HYDROGÈNE



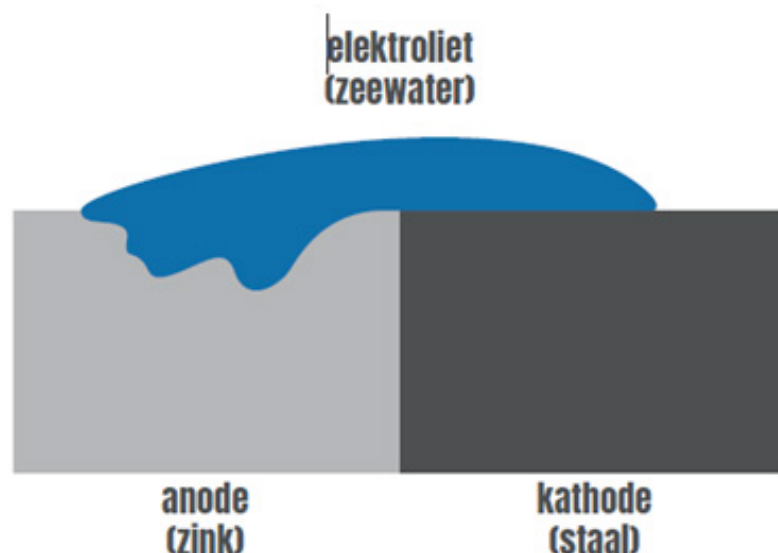
Dans ce tableau, les métaux nobles (or, argent) avec leur potentiel positif sont en haut et les métaux relativement basiques que sont le magnésium, l'aluminium et le zinc avec leur potentiel négatif sont en bas. Ce tableau montre clairement que, sur le plan électrochimique, le zinc est plus basique que le fer. Toutefois, cette propriété du zinc se révèle de manière très positive. En effet, si la couche de zinc sur des objets en acier est endommagée au point de descendre localement jusqu'à l'acier, un élément galvanique se forme en présence de pluie/d'humidité (= un électrolyte) (voir figure 2).

IMAGE 2 : FORMATION D'UN ÉLÉMENT GALVANIQUE



Un courant circule en quelque sorte entre les différents métaux. La combinaison de matériaux fer-zinc, comme dans l'acier galvanisé à chaud, entraîne la formation de zones cathodiques et anodiques lorsque la surface est endommagée. Le zinc devient ainsi anodique et l'acier cathodique, dans des conditions atmosphériques normales. En raison des potentiels différents, le zinc négatif, en tant qu'anode, émet constamment des électrons que la cathode plus noble (l'acier) capte. Par conséquent, le zinc se dissout lentement et rien ne se passe du côté de l'acier. C'est précisément ce qui empêche la formation de rouille. C'est précisément cette réaction électrochimique qui fait que la rouille n'a aucune chance en cas de rayures ou d'éraflures. Ainsi, si la couche de zinc est endommagée, le zinc situé dans la zone de la rayure offre une protection contre la corrosion, ce qui est en fait un supplément gratuit. Il y a toutefois une exception. Comme nous l'avons mentionné, dans des circonstances normales, le zinc anodique assure une protection cathodique de l'acier. Toutefois, dans des circonstances très rares et particulières, l'acier peut commencer à fonctionner comme une anode. C'est le cas, par exemple, lorsque la température est plus élevée (par exemple, lors du pompage de l'huile thermique, des conduites de vapeur, des conduites d'eau chaude).

**En résumé : si les conditions sont différentes de la normale, il peut y avoir une inversion de polarité. Dans ce cas, c'est l'acier qui se "sacrifie" et non le zinc.**



## EFFET DE LA PROTECTION CATHODIQUE

Comme pour tous les avantages gratuits, il y a une limite à cela. En fonction des conditions ambiantes, de l'humidité et de la conductivité de l'électrolyte, l'effet de cette protection cathodique varie considérablement. Dans la pratique, l'écart dépasse rarement 2 à 3 mm. La longueur de la rayure n'a pas d'importance dans ce cas, mais sa largeur n'a pas intérêt à dépasser la valeur mentionnée. En théorie, il devrait être possible d'atteindre 2-3 cm avec la protection cathodique. Toutefois, cela nécessite un bon électrolyte conducteur d'une épaisseur pouvant atteindre plusieurs mm. Dans la pratique, ce n'est généralement pas le cas. Bien qu'une coloration brune de la zone endommagée indique une réaction électrochimique inhibée de temps en temps (par exemple par une quantité trop faible d'électrolyte), ce phénomène est relativement insignifiant. Les dommages plus importants doivent être réparés par des moyens conventionnels (voir également la fiche d'information technique 2 : Procédure de retouche).

## POURQUOI FAUT-IL TENIR COMPTE DE L'ARRONDI DES BORDS ?

Du point de vue de la corrosion, les arêtes (vives) sont plus sensibles à la corrosion que les parties planes d'une structure. Cela s'applique en particulier aux systèmes de peinture. Ce phénomène est dû à un effet physique : en raison de leur tension superficielle, les liquides se retirent toujours du bord de la pièce afin de prendre le plus possible la forme de gouttelettes. Par conséquent, après séchage, une couche de peinture est toujours plus fine sur les bords des pièces que sur les surfaces adjacentes. Étant donné que l'efficacité d'une couche de peinture dépend précisément de l'épaisseur de la couche disponible, un problème peut facilement survenir. Dans les systèmes de peinture, il est donc très important et nécessaire d'arrondir ou de chanfreiner les arêtes vives. Les normes internationales le prévoient également. Dans le cas de la galvanisation à chaud, des couches d'alliage sont formées sur toute la surface. Sur les bords, cette couche d'alliage zinc-fer s'évase. L'espace ainsi formé est comblé par du zinc métallique. Il en résulte que les couches de zinc dans les coins et sur les bords ne sont pas plus fines que sur les surfaces lisses (voir figures 3 et 4), mais en fait un peu plus épaisses. Le fait d'arrondir les bords avant la galvanisation à chaud peut donc donner un résultat final plus agréable. Dans le cas d'objets galvanisés à chaud qui ont également une fonction esthétique, il est recommandé d'arrondir les arêtes vives. L'excédent de zinc liquide s'écoule plus facilement qu'avec une arête vive.

IMAGE 3 : COUCHE DE ZINC SUR UN BORD EST AU MOINS AUSSI ÉPAISSE QUE SUR LES SURFACES

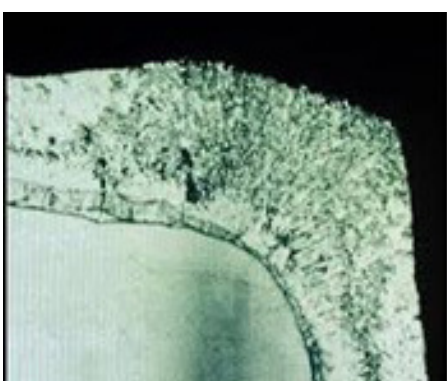


IMAGE 4



# RÉFÉRENCE NORMATIVE

## **EN ISO 14713 partie 1**

Revêtements de zinc - Directives et recommandations pour la protection du fer et de l'acier dans les structures contre la corrosion - Partie 1 : Principes généraux de conception et résistance à la corrosion

## **EN ISO 14713 partie 2**

Revêtements de zinc - Lignes directrices et recommandations pour la protection du fer et de l'acier dans les structures contre la corrosion - Partie 2 : Galvanisation à chaud

## **EN ISO 12944-3**

Peintures et vernis - Protection des structures en acier contre la corrosion par des systèmes de peinture de protection - Partie 3 : Critères de conception

# PUBLICATIONS

## **FICHE TECHNIQUE 2**

Procédure de mise à jour

## **TECHNISCH INFOBLAD 10**

Corrosieweerstand van thermisch verzinkt staal

## **TECHNISCH INFOBLAD 12**

Mechanische eigenschappen van thermisch verzinkt staal

# FICHES TECHNIQUES

**FT11 - Taches causées par un stockage humide**

**FT2 - Procédure de retouche**

**FT3 - Déformation thermique due à la galvanisation**

**FT4 - Corrosion par contact et prévention**

**FT5 - Soudage avant galvanisation à chaud**

**FT6 - Soudage après galvanisation**

**FT7 - État de la surface de l'acier avant la galvanisation à chaud**

**FT8 - Identification des pièces à galvaniser à chaud**

**FT9 - Inspection de l'acier galvanisé à chaud de manière discontinue**

**FT10 - Résistance à la corrosion de l'acier galvanisé à chaud**

**FT11 - Méthodes d'application du zinc**

**FT12 - Les propriétés mécaniques de l'acier galvanisé à chaud**

**FT13 - Augmentation du poids de l'acier lors de la galvanisation à chaud**

**FT14 - Pourquoi un test au brouillard salin est-il demandé pour l'acier galvanisé à chaud**

**FT15 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et continue**

**FT16 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et la projection de zinc**

**FT17 - Différence entre la galvanisation à chaud discontinue et la galvanisation électrolytique**

**FT18 - Influence de la composition chimique sur la formation de la couche de zinc**

**FT19 - Galvanisation à chaud discontinue vs systèmes de peinture**

**FT20 - Protection cathodique et effet des arêtes vives**

**FT21 - Galvanisation à chaud de l'acier MC**

**FT22 - Galvanisation à chaud des arêtes de coupe**

**FT23 - Trous de galvanisation invisibles / trous borgnes**

**FT24 - Acier galvanisé dans le sol**

**FT25 - Patine de zinc : formation et protection**

**FT26 - Certitude quant à l'adhérence de la couche de zinc**

**FT28 - Réalisation de trous de galvanisation**

**FT29 - Différence entre la galvanisation thermique discontinue et la galvanisation à froid**

**FT30 - Regalvanisation : rénovation de l'objet galvanisé**

**FT35 - Comparaison entre ISO 1461 (:2022) et ASTM A123 (:2024)**