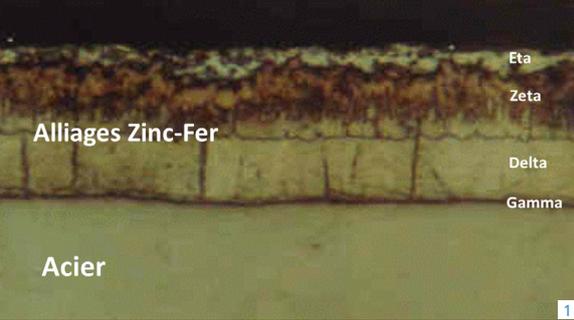




Fiche technique 18

Influence de la  
composition de  
l'acier sur les  
propriétés de la  
couche de zinc

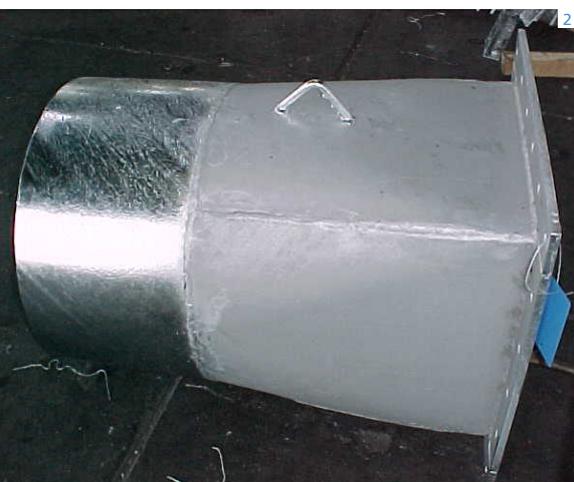


Alliages Zinc-Fer

Eta  
Zeta  
Delta  
Gamma

Acier

1



2



3

InfoZinc Benelux se donne entre autres pour but de promouvoir l'acier galvanisé à chaud et d'augmenter les connaissances sur tous les aspects de la galvanisation à chaud auprès de toute personne qui a une relation professionnelle ou éducative avec le domaine de compétences qui couvre la galvanisation à chaud.

Cette fiche technique fait partie d'une série de fiches. D'autres publications peuvent être consultées sur [www.zinkinfobenelux.com](http://www.zinkinfobenelux.com).

#### VOUS SOUHAITEZ EN SAVOIR PLUS ?

Envoyez un e-mail à [hans@zinkinfobenelux.com](mailto:hans@zinkinfobenelux.com). Hans Boender est notre expert technique.



Peut-on galvaniser à chaud toutes les nuances d'acier ? En principe, c'est possible mais des éléments comme le silicium et le phosphore dans l'acier ont une influence sur le résultat de la galvanisation et l'aspect de l'acier galvanisé. Et d'autres composants et facteurs ont également un rôle important. C'est le sujet de cette fiche technique.

#### FORMATION ET COMPOSITION DU REVÊTEMENT DE GALVANISATION

Pendant l'immersion de plusieurs minutes dans le bain de zinc à 450 degrés Celsius, trois couches d'alliage Fe-Zn dures gris foncé se forment par diffusion Fe-Zn à la surface de l'acier. Lors du retrait de l'acier du bain de zinc, du zinc fondu en excédent (qui se solidifie par refroidissement, voir la figure 1) adhère à ces couches d'alliage. Ce zinc solidifié forme une couche brillante de couleur argentée. Les épaisseurs de revêtement minimales figurent dans la norme internationale EN ISO 1461.

#### RÉACTIVITÉ DE L'ACIER PAR RAPPORT AU ZINC FONDU

En principe, toutes les nuances d'acier faiblement alliées peuvent être galvanisées à chaud. La composition de l'acier peut cependant agir sur les propriétés suivantes du revêtement de galvanisation à chaud : épaisseur de revêtement, aspect (brillance, uniformité, rugosité), résistance aux détériorations mécaniques locales (résistance au choc) et structure de la couche de zinc. Pour certaines teneurs en silicium dans l'acier, la réaction entre le zinc fondu et l'acier est très vive. On parle alors d'« acier réactif ». Plus la réactivité est forte et plus la croissance des couches d'alliage Fe-Zn est rapide. Pour un acier réactif, la part des couches d'alliage dans le revêtement de zinc total est plus importante que pour un acier qui n'est pas ou qui est moins réactif. Dans certains cas, la couche ainsi formée est même composée uniquement d'alliages Fe-Zn. L'épaisseur du revêtement de zinc d'un acier réactif est plus grande et des taches gris clair ou gris foncé peuvent nuire à la beauté de son aspect extérieur. Des études ont montré que la teneur en silicium et (dans une moindre mesure) la teneur en phosphore peuvent agir fortement sur la réactivité de l'acier.

#### ACTION DU SILICIUM (SI)

Lors de la fabrication de l'acier, on utilise le Si ou l'Al (aluminium) pour désoxygéner l'acier. Cette opération consiste à « calmer » l'acier. Dans la pratique, ce calmage est souvent réalisé avec du silicium et l'acier produit contient donc toujours un peu de Si (0,05 % minimum). Les aciers avec des teneurs en Si qui augmentent la vitesse de croissance du zinc, sont dits réactifs. L'effet correspondant a été nommé d'après Sandelin qui a étudié le phénomène. La figure montre que les épaisseurs de revêtement sont plus grandes pour des teneurs en silicium comprises entre 0,03 % et 0,14 % et supérieures à 0,25 %. La littérature mentionne plusieurs valeurs seuils (voir le tableau 1).

## ACTION DU PHOSPHORE (P)

Quand la teneur en silicium de l'acier est au maximum de 0,03 %, il faut également tenir compte de la teneur en phosphore : dans ce cas,  $Si + 2,5 P$  doit être inférieure ou égale à 0,09 % pour limiter la réactivité de l'acier. Pour les nuances d'acier avec des teneurs en Si plus élevées, des teneurs normales en P n'agissent pas sur la réactivité de l'acier. Quelle que soit la teneur en Si, la règle suivante s'applique:  $P < 0,035$  % (voir le tableau).

## ACTION D'AUTRES ÉLÉMENTS DANS L'ACIER

Indépendamment des teneurs en Si et en P, la teneur en C (carbone) doit être inférieure à 0,25 % et la teneur en Mn (manganèse), inférieure à 1,35 %. Al et S (soufre) peuvent aussi agir sur la formation des couches d'alliages. Une teneur en Al supérieure à 0,045 % en combinaison avec des teneurs en Si inférieures à 0,02 % augmentera la réactivité. En revanche, avec une teneur en Si inférieure à 0,01 % et une teneur en Al supérieure à 0,035 % l'épaisseur de revêtement sera probablement (trop) faible.

## COMMANDER DE L'ACIER

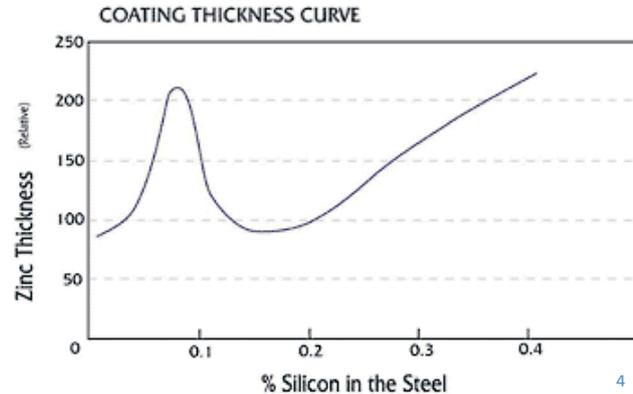
La composition de l'acier a donc un rôle très important dans le résultat de la galvanisation. La norme EN ISO 14713-2:2019 indique le résultat à prévoir pour un acier avec une teneur donnée en Si ou en P. Le tableau ci-dessous est extrait de cette norme. Les données qu'il contient, peuvent être utilisées pour commander de l'acier. La norme pour les Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés (EN 10025-2:2019) renvoie également à la classification selon l'EN ISO 14713.

Pour garantir l'uniformité de l'aspect extérieur d'un projet, il est important de commander l'acier auprès du même négociant en acier et d'exiger que les éléments en acier commandés proviennent tous du même lot.

## CONCLUSION

Malgré l'application de la procédure de galvanisation standard, il peut arriver dans certains cas que l'épaisseur de revêtement de zinc prescrite pour un lot d'acier, comme décrit dans l'EN ISO 1461, ne soit pas atteinte. Un acier très faiblement allié ou un acier avec une très faible rugosité de surface, par exemple, peut en être la cause. Cela vaut notamment pour les aciers de la catégorie Aciers de constructions soudables à grain fin obtenus par laminage thermomécanique, comme décrit dans l'EN 10025-4. Dans ces cas-là, le client et le galvaniseur doivent s'entendre sur les mesures complémentaires nécessaires qui permettront d'obtenir l'épaisseur de la couche de zinc prescrite. Par ailleurs, la conception des pièces peut aussi avoir une influence sur les caractéristiques du revêtement.

## EFFECT OF SILICON ON COATING THICKNESS



- 1 Coupe d'un revêtement galvanisé à chaud
- 2 Influence des différences de matériau sur l'aspect extérieur de la couche de zinc
- 3 Différences de matériaux
- 4 Courbe de Sandelin
- 5 Le même profil de tube mais avec une apparence différente



Propriétés du revêtement en relation avec la composition de l'acier (selon EN ISO 14713-2)			
Catégorie	Caractéristiques types du revêtement	Niveaux types d'éléments de réaction	Informations supplémentaires
A	Le revêtement a un aspect brillant avec une texture fine.	$\leq 0,03$ % Si et $< 0,02$ % P	Voir remarque 1
B	La couche extérieure de zinc fait partie de la structure du revêtement	$\geq 0,14$ % Si à $0,25$ % Si	Un revêtement peut avoir un aspect brillant ou mat. En fonction de la composition de l'acier, la couche de zinc extérieure peut faire partie de la structure de revêtement ou une couche d'alliage de fer-zinc peut s'étendre à la surface du revêtement.
C	Le revêtement a un aspect plus sombre avec une texture plus grossière.	$> 0,03$ % Si à $\leq 0,14$ % Si	Risque de formation de revêtements d'épaisseur trop importante.
D	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.	$> 0,25$ % Si	L'épaisseur du revêtement augmente en fonction de l'augmentation de la teneur en silicium.

REMARQUE 1 : Les aciers dont les compositions satisfont à la formule  $Si + 2,5 P \leq 0,09$  %, devraient présenter ces caractéristiques. Pour les aciers laminés à froid, ces caractéristiques devraient également s'appliquer lorsque la composition de l'acier satisfait à la formule  $Si + 2,5P \leq 0,04$  %

