



De la réalisation à l'installation

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES

france
galva

4
PRÉAMBULE

6
**FRANCE GALVA,
LE LEADER DES
PRESTATIONS
DE TRAITEMENT
DE SURFACE EN
FRANCE**

01

8
LE CHOIX DE L'ACIER

10
L'acier

16
Casse de pièces métalliques

02

18
CONCEPTION

20
Pièces présentant des zones
de rétention de zinc potentielles

24
Ressuage

26
Rupture des pièces
par contraintes thermiques

03

30
FABRICATION

32
Le débit matière

34
La soudure

38
Marquage et repérage des pièces

40
Montages articulés zones d'épargne

04

44
**TRANSPORT/STOCKAGE
AVANT ET APRÈS GALVANISATION**

46
Contrôle du poids à l'entrée
et à la sortie des marchandises

48
Conditionnement physique

50
Bois de calage et palettisation

52
Nos services +

05

54 **CONTRÔLES**

56
Contrôle de l'adhérence

61
Revêtement de zinc :
épaisseur obtenue

06

68 **GALVANISATION**

70
Cendres et taches noires

72
Dimension des pièces

74
Reconditionnement et réparation

76
Marques d'accrochage et de fils

78
Dégalvaniser et regalvaniser des pièces

07

80 **INSTALLATION**

82
Construction de structures
métalliques galvanisées à chaud :
montage avec de la boulonnerie HR

86
Rivetage et vis auto-taraudeuses

88
Nettoyage oxyde de zinc

90
Bois et galvanisation à chaud

92
Préparation à la mise en peinture

08

94 **ENVIRONNEMENT**

98
Environnement industriel difficile

99
Structure enterrée

101
Corrosion pour causes
environnementales, agriculture, acidité

09

104 **GLOSSAIRE**



La galvanisation à chaud protège le métal de la rouille et lui assure une pérennité remarquable tout en offrant un aspect visuel neutre qui conserve à l'acier toute sa noblesse et qui valorise les matériaux tendances, bois, béton, verre.

Ses qualités combinées la rendent incontournable pour les matériels de conditionnement et de manutention, dans les milieux très exigeants où « rien ne tient » : matériels agricoles, éléments d'élevage, mobiliers routiers, pontons marins.

Mais aussi lorsque la corrosion présente un véritable danger : garde-corps, lignes de vie, barrières, échafaudages, candélabres.

Les différentes couches zinc fer, et la dureté supplémentaire qu'elles apportent, protègent contre le gravillonnage l'acier des matériels routiers. Enfin, la dureté et la résistance à l'abrasion de la galvanisation en font un partenaire incontournable des processus industriels, machines de tri, silos et cuves.

La réalisation d'un ouvrage dont le procédé sera assuré par la galvanisation à chaud au trempé nécessite quelques précautions simples mais indispensables.

Votre partenaire France Galva vous accompagne dans cette démarche pour un résultat optimum.



PREAMBULE

LE GROUPE FRANCE GALVA

700

COLLABORATEURS À VOTRE SERVICE

10 SITES

DE PRODUCTION
INDUSTRIELS CERTIFIÉS

ISO 9001
management qualité

OHSAS 18001
management
santé et sécurité

ISO 14001
management
environnemental



100 millions

d'euros de chiffre d'affaires

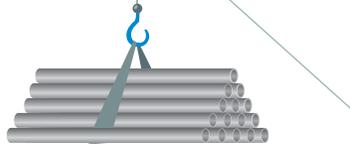
3 métiers

- ▶ LA GALVANISATION À CHAUD
 - ▶ LA FABRICATION DE CANDÉLABRES
 - ▶ L'APPLICATION TECHNIQUE DE PEINTURE SUR GALVANISATION
-

200 000

TONNES D'ACIER

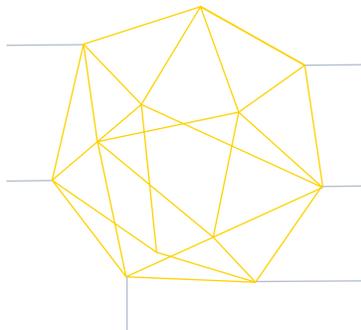
traitées par an



DES SOLUTIONS POUR TOUTES VOS RÉALISATIONS

Une qualité et des réalisations conformes à la norme NF EN ISO 1461

Des sociétés avec une vraie politique écologiquement responsable ISO 14001



Des services complémentaires en fonction des sites : peinture, assurance, parachèvement, colisage, livraison, transport

Un délai fiable, respecté, en lien avec vos attentes

Un engagement humain sur la santé et la sécurité du personnel

Un bilan énergétique optimisé



C1

LE CHOIX DES ACIERS

1. L'ACIER

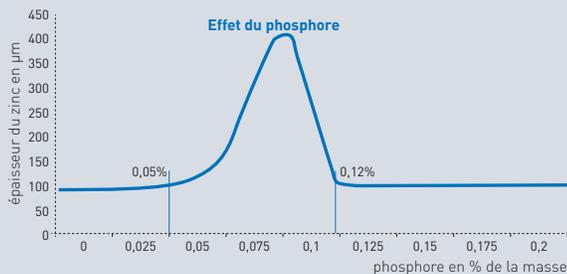
LA NORME NF A 35-503

La norme NF A 35-503 classe les aciers en fonction de leur aptitude à la galvanisation à chaud.

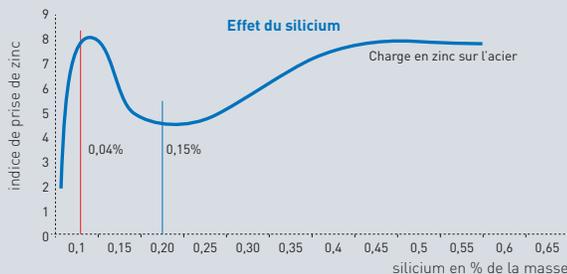
Elle définit ainsi trois catégories d'aciers dont les caractéristiques d'aptitude à la galvanisation sont dictées par deux composants : le silicium et le phosphore (d'autres composants présents dans les aciers recyclés interviennent).



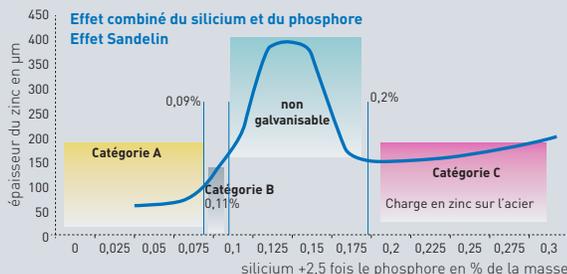
LE PHOSPHORE augmente les capacités de traction de certains aciers bas carbone, augmente la tenue à la corrosion et améliore l'usinabilité.



LE SILICIUM augmente la résistance des aciers alliés et la dureté. Il est aussi utilisé pour calmer l'acier ou le désoxyder et éviter la formation de bulles lors de son refroidissement.



LA COMBINAISON DU PHOSPHORE ET DU SILICIUM dans une certaine proportion augmente l'appétence de l'acier pour le zinc (effet Sandelin) : ce dernier va fusionner avec le zinc, créant une épaisseur importante.



Catégories	Composition en % de la masse acier		
	Si	Si + 2,5P	P
Catégorie A	<0,03	<0,09	-
Catégorie B	<0,04	<0,11	-
Catégorie C	0,14<Si<0,25	-	<0,035



Pour les aciers de catégorie A, l'aspect sera brillant et lisse avec une épaisseur dans la moyenne des valeurs édictées par la norme NF EN ISO 1461, soit 35 à 70 µm. Cette épaisseur dépend de l'épaisseur de la pièce.

Pour les aciers de catégorie B, lorsque les teneurs en Si et en P (Silicium et Phosphore) sont

proches des limites, un aspect mat et marbré peut apparaître mais il n'a aucune conséquence sur la performance du traitement contre la corrosion.

Pour les aciers de catégorie C, l'épaisseur de zinc peut être importante, donnant un aspect mat et « peau d'orange ». L'épaisseur en résultant peut dépasser les 200 µm.



En dehors de ces catégories d'aciers, une composition différente peut provoquer des résultats non maîtrisés : écaillage, fragilité de la surface.

Des défauts contenus dans l'acier peuvent se révéler après la galvanisation :



Ces défauts seront encore mis en relief après peinture.

De fait, en aucun cas le galvaniseur ne peut garantir a priori un résultat d'aspect ni son uniformité. En cas de doute, un essai est toujours possible. Ce type de phénomène non maîtrisable est parfois très visible sur des poutres reconstituées/soudées (PRS).

Deux aciers assemblés peuvent en effet avoir des aspects très différents après galvanisation.

LES LAMINÉS

Désigné sous le terme générique de **laminés marchands**, ces aciers englobent l'**ensemble des poutrelles et des profilés laminés à chaud** utilisés pour la construction traditionnelle. Ils sont connus sous les désignations : IPE, IPN, HEA, HE, HL, U, UE...

Ils permettent des constructions durables et peuvent être recyclés pour un nouveau cycle de vie.

Le laminage à chaud est effectué dans un train de laminage qui va progressivement donner sa forme au produit.

Différents défauts peuvent apparaître ou être mis en avant lors de la galvanisation.

Exemple

Une soufflure due à une poche de gaz incluse dans un lingot va être étirée par le laminage et provoquer des pailles traits noirs le long du produit. Des criques peuvent se créer lors de la solidification de l'acier.

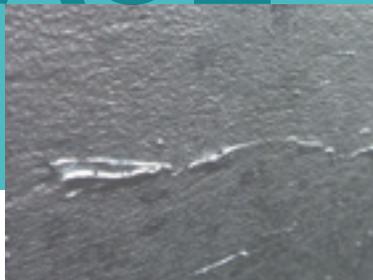
Les rouleaux peuvent aussi engendrer un matricage de surface en répétant un défaut sur toute une série de pièces.

Les services qualité des aciéristes éliminent en grande partie ces défauts qui restent inhérents au processus de fabrication.

LAMINAGE

DÉFAUTS DE LAMINAGE

Avec une teneur en silicium entre 0,14 % et 0,25 % et une teneur en phosphore inférieure à 0,035, ces aciers sont normalement conformes à la norme NF A 35-503, ce qu'il convient de vérifier.



Le galvaniseur ne peut pas anticiper ces défauts : ils sont issus de l'acier de base et provoquent des défauts d'aspect visuels sans compromettre le critère anticorrosion.

Certains d'entre eux se révèlent ou apparaissent de manière flagrante lors de la création de la liaison fer/zinc.

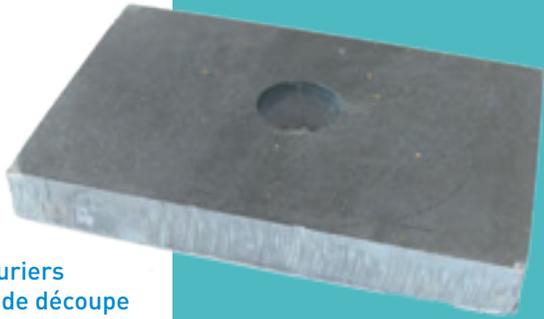


ACIERS SPÉCIAUX

DÉCOUPE LASER

Rapidité et précision des tracés,
formes très complexes facilement
paramétrables...

Autant d'atouts qui poussent les serruriers
et métalliers à utiliser la technologie de découpe
de tôles par laser ou plasma.



Des gammes d'acier spécifiquement développées pour la découpe laser et plasma

Pour répondre aux critères spécifiques de vitesse
d'exécution de la découpe laser, plasma ou thermique,
les aciéristes ont développé des gammes d'acier
avec un traitement de surface et des compositions
spécifiques permettant de très hautes vitesses
de débit, par exemple : tôles décapées S240 laser
ou 1.0114.

Leur planéité est un élément recherché :
leur très faible contrainte interne assure
un dégrappage de très bonne qualité, permettant
une évacuation et un transfert automatique fiable
des pièces découpées.

**L'analyse chimique de ces aciers en fait des produits parfaitement galvanisables à chaud
(catégorie A suivant la norme NF A 35-503).**

Catégories de composition chimique (analyse de coulée)

Catégories	Éléments en % en masse		
	Si	Si + 2,5P	P
Catégorie A	≤ 0,03	≤ 0,09	-
Catégorie B	≤ 0,04	≤ 0,11	-
Catégorie C	0,14 ≤ Si ≤ 0,25	-	≤ 0,035

Épaisseur et masse minimales de revêtement sur des échantillons non centrifugés

Épaisseur de la pièce	Épaisseur locale de revêtement (valeur minimale)	Masse locale de revêtement (valeur minimale)	Épaisseur moyenne de revêtement (valeur minimale)	Masse moyenne de revêtement (valeur minimale)
	µm	g/m ²	µm	g/m ²
Acier > 6 mm	70	505	85	610
Acier > 3 mm et ≤ 6 mm	55	395	70	505
Acier > 1,5 mm à ≤ 3 mm	45	325	55	395
Acier < 1,5 mm	35	250	45	325
Pièces moulées > 6 mm	70	505	80	575
Pièces moulées < 6 mm	60	430	70	505

Note : Le présent tableau est d'application générale. Les normes de produits peuvent inclure des exigences différentes et notamment des catégories d'épaisseur différentes. Les exigences relatives à la masse locale de revêtement et à la masse moyenne de revêtement sont données dans le présent tableau pour servir de référence en cas de litige.

Des résultats après galvanisation non conformes à la norme ISO 1461

Après galvanisation, nous devrions retrouver des épaisseurs conformes à la norme ISO 1461. La réalité est tout autre...



Ainsi, sur une plaque d'acier S240 - découpe laser de 20 mm, l'épaisseur de zinc obtenue est de 58,2 µm. La norme donne 70 µm de valeur minimale.

Un temps d'immersion supérieur dans le bain de zinc ne permet pas d'augmenter l'épaisseur de zinc en liaison avec l'acier.

En outre, cette technique est délétère pour des pièces composées de plusieurs nuances d'acier, ce qui est souvent le cas.

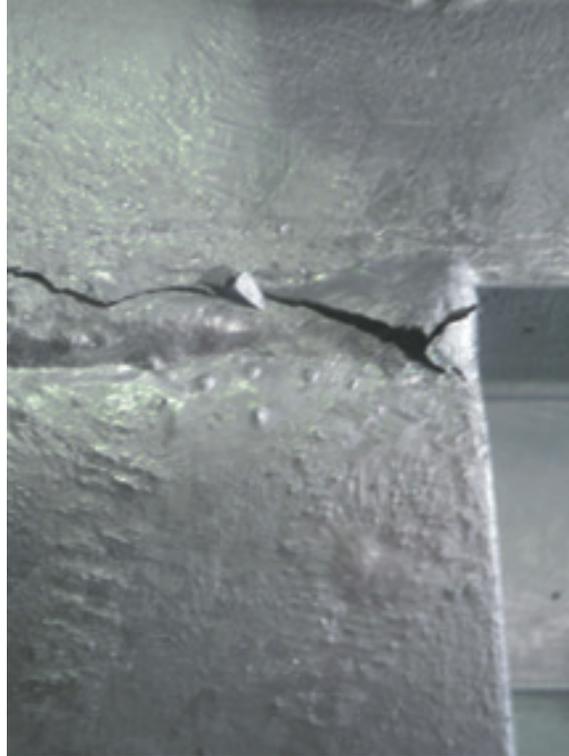
ATTENTION

Attention donc aux marchés auxquels vous souscrivez !

En cas d'épaisseur de galvanisation à chaud exigée, les unités de galvanisation à chaud ne peuvent pas vous assurer la conformité avec la norme ISO 1461 sur ces aciers.

2. CASSE DE PIÈCES MÉTALLIQUES

Le processus d'immersion (plongée) de la pièce étant progressif, des contraintes thermiques apparaissent. Il est nécessaire que le dimensionnement et l'homogénéité d'épaisseur des aciers constituant un ensemble soient suffisamment proches pour limiter les déformations et supporter les contraintes.



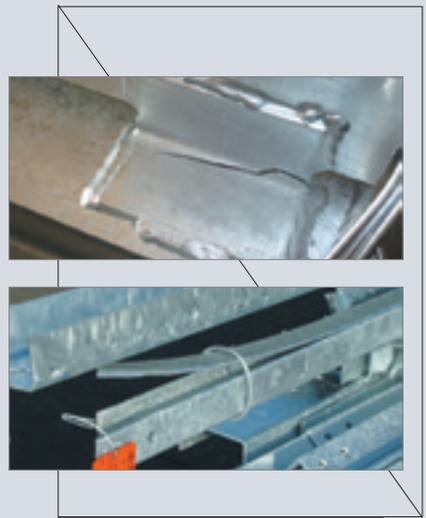
+ Exemple

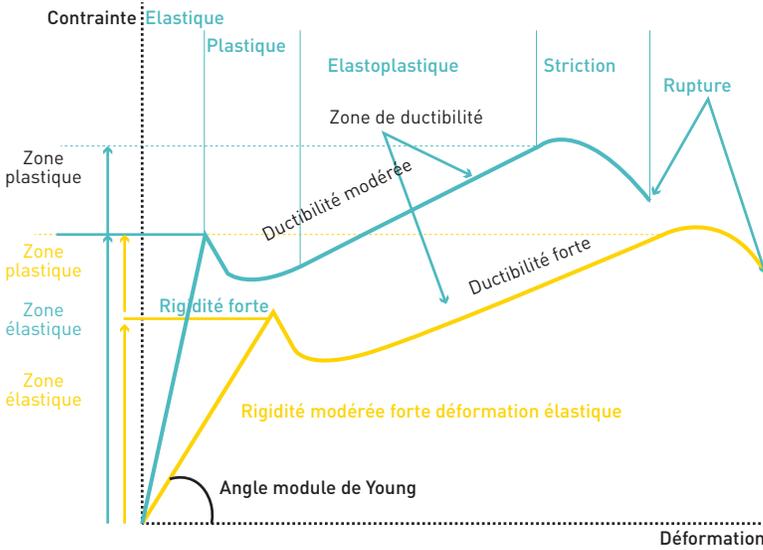
La variation de longueur $\Delta L = \alpha$ longueur de la pièce x la variation de température en C° (α est un coefficient lié à la matière (de $10 \cdot 10^{-6}$ à $12,5 \cdot 10^{-6}$) pour les aciers).

Une poutre de 10 mètres qui passe de 20C° à 450C° avec un $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ standard pour un acier de construction aura une dilation sur sa longueur de 51 mm.

$$\Delta L = 12 \cdot 10^{-6} \times 10000 \times 430 = 51,6 \text{ mm}$$

Ce phénomène de déformation thermique est à associer aux caractéristiques mécaniques des aciers et en particulier le module de Young.





MODULE DE YOUNG

La rigidité : le module de Young indique la rigidité de la matière. Plus il est élevé, plus la matière est rigide. Faible déformation élastique pour une force de traction donnée.

La résistance : la contrainte maximum qu'un matériau peut supporter avant de se rompre.

La ductilité : correspond à la capacité d'un matériau à se déformer de manière permanente avant de se rompre. Plus sa capacité d'allongement avant la rupture est importante, plus un matériau est ductile.

Sur une pièce, la superposition de ces deux contraintes peut créer des ruptures. **Veillez à bien associer au raisonnement de conception les contraintes créées par la fabrication !**

En effet, lors de la fabrication des profilés de type tubes, quelle que soit leur géométrie, les processus utilisés pour la mise en forme sont le laminage, le filage, l'étrirage (formage à froid ou à chaud, tubes soudés ou sans soudure).

Ces procédés créent des contraintes internes dans la structure de l'acier. Il est en effet nécessaire de passer la zone élastique pour déformer de manière permanente l'acier : on entre alors dans la zone plastique ou élasto-plastique de la matière.

Si ces contraintes poussent l'acier trop loin dans la zone plastique voire dans la zone de striction, la simple charge de tension engendrée par une montée à 450°C suffit par la dilatation à faire céder la matière.



CAS PARTICULIER DES TÔLE DE TYPE CREUSABRO

Ces aciers ont volontairement une limite élastique très faible. Ce sont en effet des tôles d'usure utilisées pour résister à l'abrasion (fonds de camion pour déchets par exemple). La dilatation se transforme immédiatement en tension qui sort de la limite plastique, provoquant des ruptures acier non galvanisables.





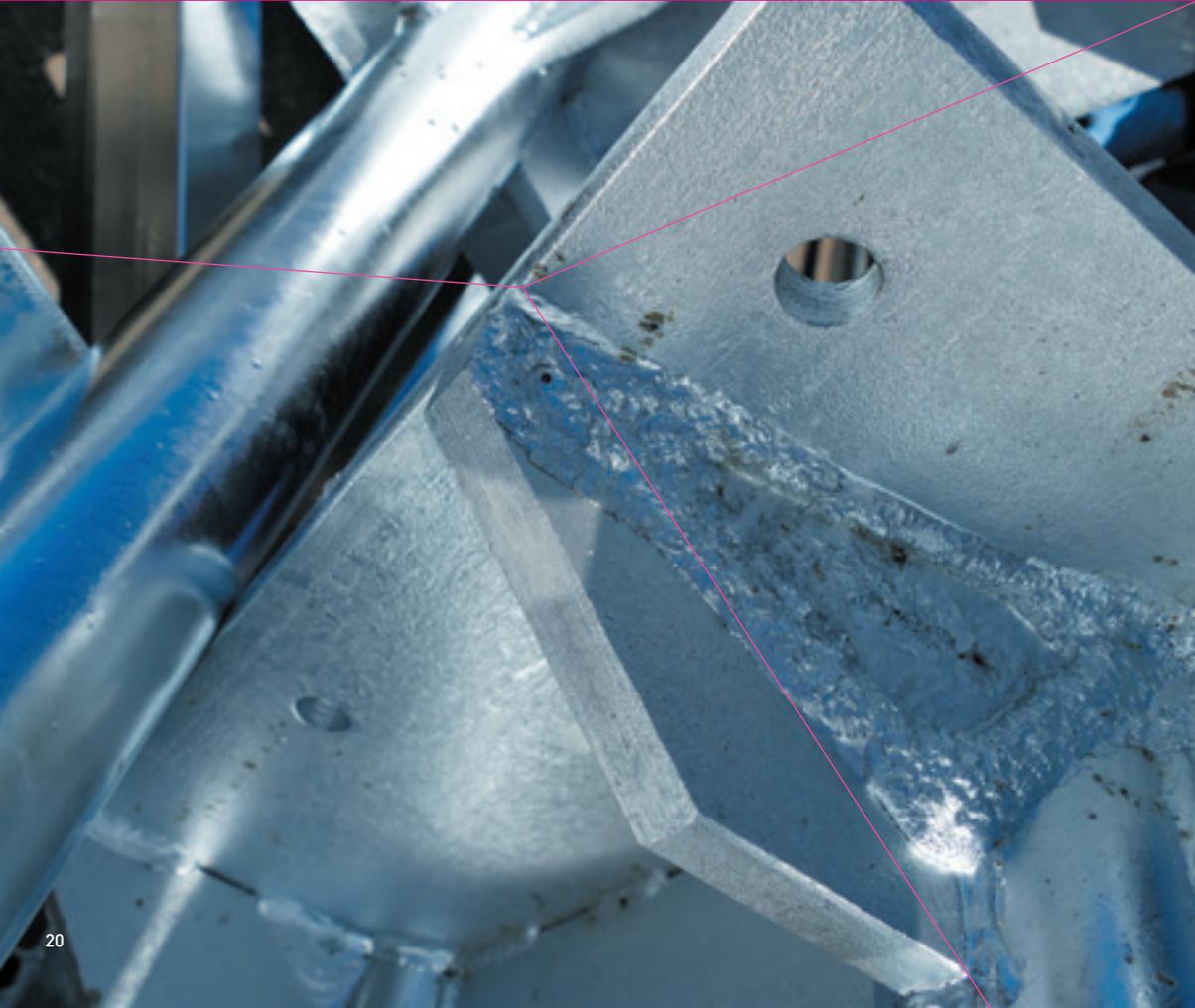


02

CONCEPTION



1. PIÈCES PRÉSENTANT DES ZONES DE RÉTENTION DE ZINC POTENTIELLES



La galvanisation à chaud consiste à immerger des pièces en acier dans un bain de zinc à 450°C environ pendant un laps de temps suffisamment long pour que l'ensemble de la structure à galvaniser soit amené à cette température et ce après un décapage dans des bains d'acide, afin de créer sur l'ensemble de la pièce une liaison fer/zinc protectrice.

La préparation de cette opération nécessite le passage dans plusieurs bains et quelques précautions.

La conception des pièces doit permettre le libre écoulement des fluides du processus de galvanisation sur et dans la pièce. Ainsi, après chaque trempe, le surplus d'acide ou d'eau de rinçage ou de zinc s'évacue totalement des pièces.

Tous ces défauts sont néfastes à une protection optimale contre la corrosion.

L'absence de trou d'évent et/ou son mauvais dimensionnement peuvent engendrer des poches de retenues de zinc très importantes... ou au contraire une poche d'air entraînant une zone non galvanisée.



ATTENTION

A ce titre, il est nécessaire de prévoir dès la conception des pièces :

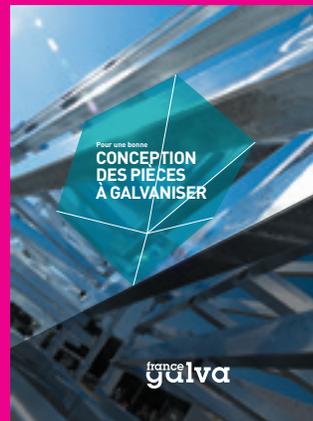
- _ **des grugeages dans les coins**
- _ **des renforts des pièces,**
- _ **des trous dans les semelles des poteaux,**
- _ **des découpes dans les renforts intérieurs,**

le tout sans compromettre les caractéristiques mécaniques des pièces.



En savoir +

**DEMANDEZ NOTRE DOCUMENTATION
« POUR UNE BONNE
CONCEPTION
DES PIÈCES
À GALVANISER »**





réten

MODIFICATION DE LA STRUCTURE GÉOMÉTRIQUE DES PIÈCES

Il faut absolument supprimer les poches d'air qui en gonflant déformeraient de manière irréversible la pièce ou provoqueraient une explosion amplifiée si du liquide de décapage acide chlorhydrique venait à s'infiltrer dans le corps creux.

En effet, l'acide utilisé a un point critique à basse température de 75°C. Il s'agit du point à partir duquel la relation pression/température n'est plus constante et les lois physiques de Boyle-Mariotte ne sont plus valides. La pression augmente de manière exponentielle et très rapidement. On entre dans le domaine très spécifique de la thermodynamique : une très petite poche peut

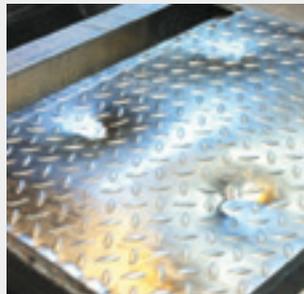
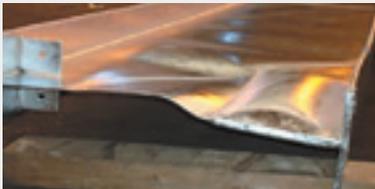
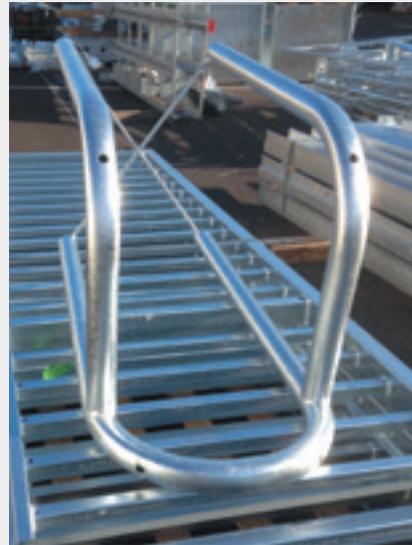
dégager une énergie suffisante pour faire jaillir plusieurs tonnes de zinc en fusion en dehors du bain.

Les trous d'évent et d'évacuation de zinc doivent avoir un diamètre **minimum de 10 mm pour les petites pièces**. Il convient que **pour les pièces de plus grand diamètre, ces trous représentent 25 % de la section**.

ATTENTION

Attention en particulier aux pièces de renfort ou à deux pièces en contact qui présentent de fait une poche d'air : il convient de les percer.

Une zone de rétention dans une pièce a quelques conséquences...



Déformation / dilatation

Explosion





2. RESSUAGE

Dans le processus de galvanisation, les aciers sont décapés dans des bains d'acide chlorhydrique dilués. Cet acide a la particularité d'être extrêmement capillaire. Si elle est utilisée pour obtenir un décapage très fin des surfaces, cette particularité permet à l'acide de pénétrer la moindre anfractuosité ou fissure des soudures.

Le zinc va dans un premier temps recouvrir la fissure. L'acide emprisonné va le ronger de l'intérieur et ressortir sous forme d'une coulure de couleur rouille disgracieuse.

Cette coulure n'altère pas les caractéristiques anticorrosion du revêtement.

Pour un ouvrage esthétiquement correct, il est nécessaire de boucler ou de fermer ces soudures.



3. RUPTURE DES PIÈCES PAR CONTRAINTES THERMIQUES

Le processus d'immersion (plongée) de la pièce étant progressif, des contraintes thermiques apparaissent.
(cf. chapitre Casse de pièces métalliques p.16-17)

Les contraintes exercées sont telles que les zones de faiblesses conceptuelles peuvent subir des dégâts dont le galvaniseur ne peut être tenu pour responsable.





RUPTURE



Le saviez-vous ?

La norme NF ISO 14713-2 stipule que le galvaniseur ne peut être tenu pour responsable d'une quelconque déformation de la structure en acier lorsque celle-ci est intervenue lors de la galvanisation (les contraintes contenues dans la pièce n'étant pas sous son contrôle), au contraire d'une déformation due à une erreur de manutention.

Si la structure des pièces nécessite des écarts importants d'épaisseur - assemblage de tôles et de cornières par exemple -, la norme préconise de favoriser des assemblages mécaniques après galvanisation de type boulonnage ou rivetage.

Pour les assemblages, choisir dans ce cas des matériaux proches en couple électrolytique afin d'éviter la corrosion.



VOILAGE

Les opérations de constitution d'un ensemble complexe à galvaniser assemblé par soudage ou formé à froid, les enlèvements de matière par oxycoupage, usinage, tout comme les contraintes sidérurgiques dues au laminage peuvent faire l'objet d'une relaxation pendant la galvanisation à chaud, entraînant des déformations plus ou moins importantes des pièces.

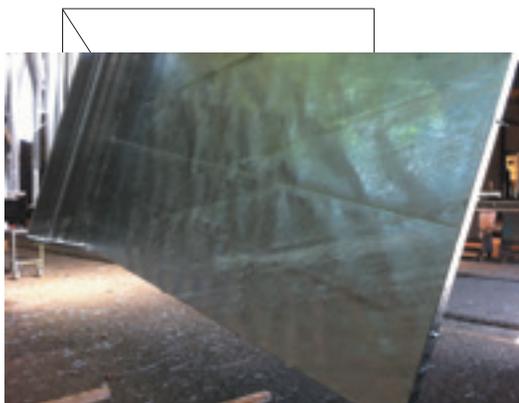
Ces déformations sont aléatoires et non maîtrisables. Des cas de vrillage de la pièce ou d'ondulation de surface peuvent dans ce cas intervenir et **ne sauraient être de la responsabilité du galvaniseur**, conformément à la norme **NF EN ISO 14713-2 et NF EN ISO 14713-3**.



Les produits étirés et profilés du commerce sont eux-même soumis à des normes qui indiquent avant traitement thermique les tolérances géométriques.

La norme NF EN 10034 spécifie les tolérances sur les dimensions et la masse des poutrelles I et H en acier de construction (acier inoxydable exclu).

La norme NF EN 10219 s'applique aux profils creux formés à froid de forme circulaire, carrée ou rectangulaire sans traitement thermique ultérieur.







03

FABRICATION

1. LE DÉBIT MATIÈRE

Les outils modernes de fabrication font appel à des procédés de découpes type laser plasma ou usinage qui génèrent des arêtes vives et des montées en température localement importantes.



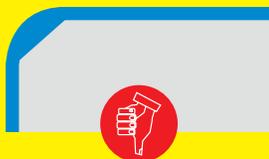
Les liaisons métallurgiques sur ces zones particulières peuvent présenter des fragilités importantes. L'élévation locale de température provoque une montée de carbone, cette dernière va générer une épaisseur de revêtement de zinc plus importante.

Ce phénomène se combine avec des arêtes très vives, ces zones peuvent donc présenter des fragilités importantes.



Le saviez-vous ?

Les techniques de finition comme les chanfreins sont les mêmes que pour une mise en peinture.



_ Le chanfrein de 1 mm minimum permet la liaison fer/zinc mais il y a une surépaisseur, donc fragilité.

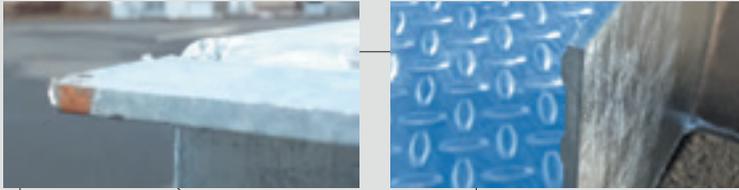


_ Le chanfrein en arrondi permet les liaisons fer/zinc sur la surface et offre une épaisseur constante, gage de qualité.



_ Une arête saillante empêche une dépose conforme du revêtement, que ce soit pour la galvanisation à chaud ou pour la peinture.

> Il convient donc pour assurer une bonne résistance à l'abrasion et une épaisseur adéquate de revêtement de les arrondir ou de les chanfreiner.



On monte la matière à 1800°C-2200°C ponctuellement au droit du point de chauffe et cette température baisse quand on s'éloigne de cette zone.

On voit apparaître des zones bleutées sur l'acier, trace de la modification thermique.

Si la découpe se fait sous oxygène, on reproduit le procédé utilisé dans le convertisseur en filière fonte, ce qui amplifie le phénomène et recrée une montée de carbone en surface.

Pour la soudure, le procédé de montée en température crée les mêmes effets.

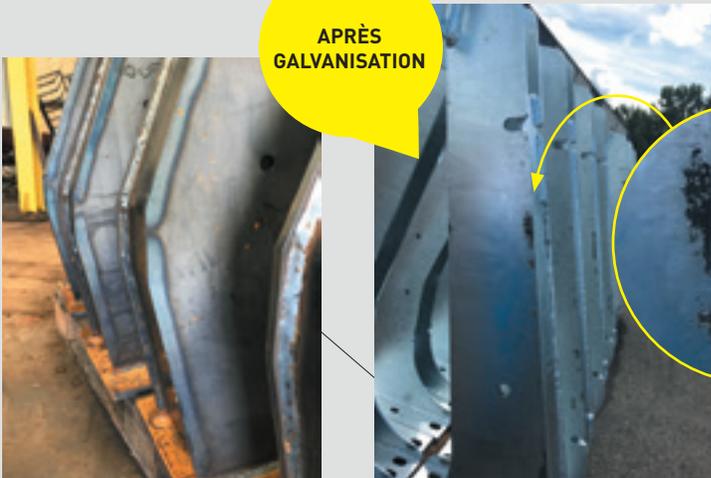
Si la découpe laser se fait sous gaz rare (argon très souvent), il n'y aura pas cet apport d'oxygène, donc la montée de carbone sera limitée.

Comme l'acier est modifié, ses caractéristiques mécaniques le sont et pour notre processus de galvanisation, les teneurs en carbone sont plus hautes.

Le silicium migre des zones surchauffées vers sa zone d'équilibre en surface.

Le phosphore lui s'évapore, d'où des manques de zinc et des zones carbonées, des traces noires.

APRÈS GALVANISATION





2. LA SOUDURE

Autour de la soudure, la composition chimique de l'acier a été altérée, et une bande à droite et à gauche de la soudure apparaîtra après traitement en galvanisation à chaud.

La zone affectée thermiquement est inversement proportionnelle à l'épaisseur de l'acier mis en œuvre. Ainsi, un acier de faible épaisseur présentera une zone affectée thermiquement plus large qu'un acier de plus forte épaisseur (diffusion thermique).

Pour mémoire, l'acier est obtenu en aciérie à 2200°C puis passe dans un convertisseur à 1670°C où est injecté de l'oxygène.

Ces températures sont proches de celles de la soudure ou de la découpe.





Le mode de fabrication de la pièce à galvaniser peut influencer la tenue ou agir négativement sur l'épaisseur de la couche de zinc. En effet, les procédés de découpe thermique laser, plasma, oxycoupage ou un usinage modifiant, comme la soudure, la composition et la structure de l'acier sur une zone résultant de la diffusion thermique.

L'aspect de la galvanisation dans cette zone modifiée thermiquement sera gris et peut présenter une épaisseur différente de zinc et/ou une cohésion acier/zinc aléatoire.

ASTUCE SOUDURE !

Dans les deux cas, on a effectué un cordon de soudure de jonction que l'on a poncé pour qu'il soit affleurant.

La teneur en silicium, phosphore et carbone influence l'épaisseur de zinc que l'acier va absorber et greffer à sa surface.

Le métal d'apport et l'échauffement à la périphérie de la soudure modifient ces éléments, ce qui va engendrer une surépaisseur après la galvanisation à chaud.



Dans le cas de la soudure au fil inox, la teneur de ces trois composants est moindre, de ce fait il n'existe pas de surépaisseur après galvanisation. La soudure est invisible !

Pour vos ouvrages soignés qui reçoivent une finition peinture, cette technique permet des liaisons quasi invisibles !



SOUDES, TRACES NOIRES

Pour éviter les points de soudures sur les aciers, il est courant d'utiliser des produits « anti-grattons ».

En fonction des caractéristiques de ces derniers, des zones non galvanisées peuvent apparaître du fait de leur résistance aux bains de décapage.



En savoir +

Le silicone est couramment employé dans l'industrie, les lubrifiants, les huiles de coupe en contiennent parfois. Ces dernières sont à proscrire dans le cadre de la galvanisation à chaud.

NOIR

Il convient de vérifier la compatibilité de ces produits avant leur utilisation sur des pièces destinées à être galvanisées.

Des produits anti collage d'amorce sont parfois utilisés pour démarrer le cordon de soudure en particulier dans les zones étroites ou difficiles d'accès.

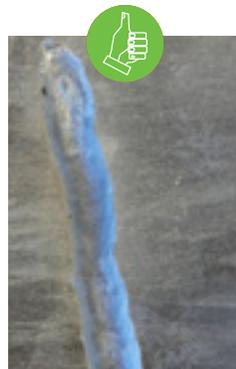
Il faut vérifier que ces produits ne comportent pas de silicone sous peine de polluer toute une zone de pièce qui ressortira irrémédiablement noire.



▲
Produit anti-grattons non adéquat



▲
Sans produit anti-grattons



▲
Avec produit anti-grattons adapté



3. MARQUAGE ET REPÉRAGE DES PIÈCES

La conception et les matériaux utilisés doivent permettre une bonne préparation de surface, phase essentielle de la réalisation d'un revêtement de grande qualité.

Les surfaces doivent être exemptes de défauts pour garantir un revêtement dont l'aspect et l'aptitude à l'emploi soient satisfaisants. Un grenailage peut s'avérer nécessaire pour enlever les corps étrangers.

Le décapage chimique a pour but d'éliminer la présence de rouille et de calamine et n'est pas adapté pour dissoudre les peintures de marquage de type stylo à peinture. Il consiste à immerger toutes les pièces sans exception dans un bain constitué d'une solution d'acide chlorhydrique (33%) diluée à 50% d'eau.



Les traces de colle dues aux étiquettes d'expédition ou de repérage **forment une barrière** empêchant la fusion fer/zinc dans la mesure où ces dernières résistent aux bains d'acide de décapage.



ATTENTION

Les marquages de types tatouages de forge, les vernis et peintures non décapables, les stylos de type peinture Tanimark sont donc à proscrire.



AVANT galvanisation

APRÈS galvanisation



4. MONTAGES ARTICULÉS

ZONES D'ÉPARGNE

La galvanisation à chaud peut être mise en œuvre sur des ouvrages comprenant des articulations.

Il est nécessaire dans ce cas de prévoir l'épaisseur de zinc dans le jeu fonctionnel de l'articulation en prenant garde de conserver ses caractéristiques mécaniques.

On peut aussi souhaiter que le zinc ne se dépose pas sur une zone précise des pièces à galvaniser, ces zones sont appelées zones d'épargne.



Le principe général est d'empêcher sur la zone choisie la création de la liaison fer/zinc dans le bain de galvanisation à chaud.

La contrainte est d'empêcher la pollution des bains par des substances qui seraient relarguées, pouvant affecter les pièces suivantes. **La graisse** est un exemple de ces produits : elle va « fondre » dans les bains de décapage en provoquant des coulures sur la pièce où elle a été appliquée, et provoquer des irisations sur les bains qui peuvent nuire à la qualité de décapage des pièces suivantes.

Il est couramment admis d'utiliser pour les corps creux des produits de type joint à pompe à base de silicone, de la pâte à modeler, pâte à fixe. Des produits spécifiques de type Wabiedur de chez Hepro peuvent aussi être utilisés.

Pour les parties saillantes, tiges d'ancrage, épaulement par exemple, les trous borgnes et débouchants, l'usage de ruban adhésif est une bonne solution. France Galva peut vous fournir la référence adéquate.

En l'absence de ces précautions, les zones d'épargnes peuvent nécessiter une reprise après galvanisation.



PROTECTION DES CORPS CREUX AU SILICONE

Le silicone a la particularité de résister aux acides chlorhydriques des bains de décapage.

Cette propriété est utilisée pour protéger de la galvanisation l'intérieur des tours ou des filetages borgnes ou débouchants.

L'application doit être effectuée avec soin.

En effet, si le produit bave ou recouvre d'autres endroits que celui prévu, même en l'essuyant soigneusement des taches noires et des manques de galvanisation apparaîtront.

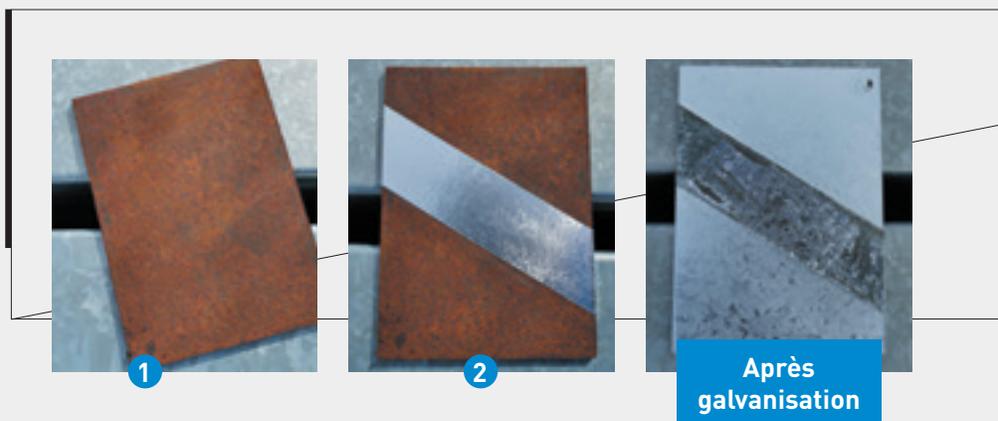
Pour protéger les petits perçages, l'utilisation de pâte à fixe est indiquée.



POUR CRÉER DES ZONES D'ÉPARGNE, FRANCE GALVA VOUS PROPOSE UNE SOLUTION INNOVANTE !

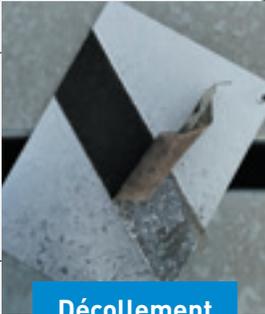
Ce procédé concerne : les tiges filetées, des paliers de rotation de fort diamètre ou des surfaces planes à protéger de la galvanisation.

La pose d'un adhésif de très haute qualité avec des spécificités techniques très précises permet de créer des zones nettes sans galvanisation.



- 1 L'acier peut être légèrement corrodé. Un simple essuyage est nécessaire pour assurer un « tack » optimum à l'adhésif mais la surface doit être exempte de tout produit chimique : huile, décapant, etc.
- 2 La pose de l'adhésif doit être particulièrement soignée : bien veiller à son adhésion parfaite (marouflage), en particulier dans les filets, sans endommager sa surface.

PROTECTION DES MAMELONS



Décollement
du ruban



En savoir +

CONTACTEZ VOTRE UNITÉ
HABITUELLE DU GROUPE
FRANCE GALVA





04

**TRANSPORT/STOCKAGE
AVANT ET APRÈS
GALVANISATION**

1. CONTRÔLE DU POIDS À L'ENTRÉE ET À LA SORTIE DES MARCHANDISES



PESER



Pour minimiser le risque de perte de pièces ou leur mauvais aiguillage en livraison, France Galva procède à un contrôle de poids.

1 A l'arrivée de votre camion

Pesage du camion en noir (pièces non galvanisées).
Pesage du camion vide.

2 A l'expédition

Pesage camion vide et camion plein de pièces galvanisées.
Les pièces en général ont un poids supérieur de 7 à 10% dû à la prise de zinc.

Cette procédure vous assure un suivi supplémentaire pour les ouvrages que vous nous avez confiés.



2. CONDITIONNEMENT PHYSIQUE

Des chargements en équilibre ou aléatoires mettent en péril le personnel du parc et vos pièces. Un bridage trop fort pour compenser les risques de glissement pour le transport entraîne des déformations mécaniques des pièces.



En savoir +

Le groupe France Galva peut mettre à votre disposition des palettes ou des supports qui cumulent tous les avantages.



3. BOIS DE CALAGE ET PALETTISATION

La galvanisation craint l'acide qui attaque le zinc : il convient de ne pas dépasser un pH de 4. Les bois de calage utilisés pour des raisons de coûts proviennent d'essences très différentes.

Certains bois sont à proscrire en calage ou en installation : ceux en particulier avec du tanin comme le noyer ou le chêne, qui vont provoquer des coulures disgracieuses. Ces taches sont en outre de couleur rouille.

Le bois le plus adapté est le hêtre.



**TACHE
DE COULEUR
ROUILLE**



Le cerclage des pièces doit être effectué pour assurer leur maintien sans exercer une force qui déformerait les pièces.





4. NOS SERVICES +

- 1 Chaque unité de France Galva est en mesure de vous proposer un conditionnement conforme à la livraison que vous avez effectuée, pour différencier vos différents chantiers.



- 2 Après cotation, nous pouvons effectuer un tri de vos pièces pour coller à votre ordre de montage sur site.





- 3 Certaines de nos sociétés peuvent vous proposer un enlèvement et une livraison sur chantier et un retour dans votre établissement.



- 4 En fonction de vos besoins, France Galva vous accompagne sur vos marchés exports et vous propose la mise en conteneurs des produits galvanisés et autres en fonction de nos moyens de manutention et de la place disponible.

[+ Voir la vidéo](#)



- 5 Certains sites vous proposent une mise à l'abri de votre marchandise. Cette procédure permet le développement lent de l'hydroxyde de zinc, ce qui évite une montée rapide de cette protection naturelle de la galvanisation à chaud qui peut être disgracieuse sur certains ouvrages.





05

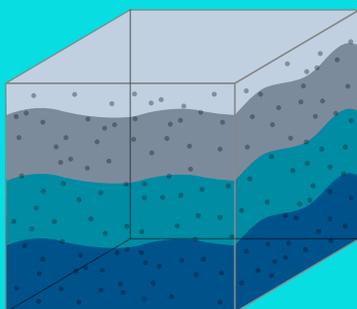
CONTRÔLES



1. CONTRÔLE DE L'ADHÉRENCE

La qualité de l'acier va directement influencer l'épaisseur de zinc sur le métal.

Après le traitement, de fortes épaisseurs nécessitent de manipuler les pièces avec précaution pour éviter des blessures plus ou moins superficielles.



UN MATÉLAS DE PROTECTION POUR DES ACIERS BIEN PROTÉGÉS

Couche ETA
100% Zn
Indice dureté 70 DPN*

Couche DELTA
90% Zn 10% Fe
Indice dureté 244 DPN*

Couche ZETA
94% Zn 6% Fe
Indice dureté 179 DPN*

Base ACIER
Indice dureté 159 DPN*

*DPN : diamond pyramid number = mesure de dureté Vickers

Plus qu'un revêtement ou une peinture, la galvanisation à chaud crée une véritable fusion entre les matériaux, des alliages fer/zinc.

Ces derniers offrent une résistance et une adhérence remarquables du fait de la fusion et de la progressivité des couches de l'acier de base au zinc et de la création en surface d'une couche passivante stable de carbonate de zinc.

La science de notre industrie et l'expertise de France Galva tiennent dans les alliages ajoutés aux bains qui augmentent les composés intermétalliques pour plus de performance.

D'après la norme ISO 1461 paragraphe 6.4, il n'existe pas de norme pour les essais d'adhérence sur les produits galvanisés à chaud.

La norme précédemment citée stipule en d'autres termes qu'en raison de sa nature, la galvanisation à chaud crée des liaisons intermétalliques entre l'acier et le zinc qui assurent en usage normal suffisamment de résistance pour ne présenter aucun risque de décollement ou d'écaillage.

Les revêtements épais nécessitent quelques précautions de manipulation en particulier lors du montage.

La norme précise de même que les travaux de pliage ou de formage après galvanisation à chaud ne peuvent être considérés comme une manipulation normale.

Des essais peuvent être exigés par le donneur d'ordre et font alors l'objet d'un accord entre les parties avant la galvanisation. Il faut veiller dans ce cas à choisir judicieusement une zone de test où elle a un intérêt fonctionnel indéniable.



_ Essais par quadrillage NF A 91-124

Sur une surface plane et à trois endroits différents de la pièce, on trace au moyen d'un peigne muni de pointes au carbure ou en acier trempé un **quadrillage couvrant 15 mm sur 15 mm avec des lignes espacées de 3 mm**. Il est primordial que ces pointes soient plus dures que le revêtement, celui-ci devant être tranché pour atteindre le support.

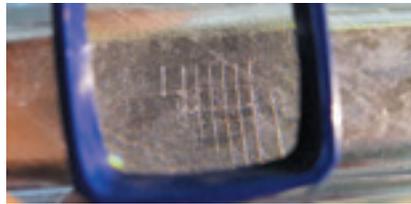
Aucun décollement d'un carré du quadrillage ne doit se produire.

La norme NF EN ISO 2409 ajoute un essai d'adhérence.

Utilisez la même procédure : appliquez un ruban adhésif sur la zone quadrillée, assurez-vous de la bonne cohésion entre le ruban et le revêtement en le lissant : la transparence du ruban doit être évidente.

Il est nécessaire d'en conserver une partie libre qui servira de languette. Dans les 5 minutes, retirez celui-ci en ne prenant que l'extrémité. Il faut former un angle de 60° par rapport à la surface de test et veiller à une vitesse constante 0,5 à 1 sec.

Si les résultats sont non satisfaisants, il faut les confirmer ou les infirmer par un test à trois autres endroits.



**ESSAIS
PAR
QUADRILLAGE**

**LES PIÈCES APRÈS TESTS DOIVENT ÊTRE
RECONDITIONNÉES SUIVANT
LA NORME ISO 1461.**

Attention aux tests effectués sur de petites pièces, les surfaces à reconditionner par le galvaniseur ne peuvent dépasser 0,5% de la surface totale de la pièce et cette surface ne peut excéder 10 cm².

Plusieurs possibilités de reconditionnement sont possibles :

- _ Par projection thermique de zinc,
- _ Par application d'une peinture riche en zinc conforme à la norme ISO 3549,
- _ Par des produits composés de particules de zinc ou des pâtes de zinc,
- _ Par des baguettes d'alliage de zinc.

Dans tous les cas, l'épaisseur de revêtement sur les zones reconditionnées doit être égale à 100 µm sauf accord contraire, en particulier en cas de revêtements supplémentaires de finition. Le revêtement de reconditionnement doit avoir les facultés sacrificielles nécessaires vis-à-vis de l'acier.

_ Test de continuité dans les tubes

Les systèmes d'extinction automatique d'incendie de type « sprinkler » font appel à des tubes galvanisés à chaud. En dehors des bâtiments de stockage et industriel, ces systèmes sont aussi utilisés pour les bateaux.

DEUX CONTRAINTES :

- 1 Il est impossible de percer les tubes pour les accrocher.



La solution passe par la pose de rondelles soudées sur le tube qui permettent la galvanisation de tubes complexes avec des coudes. Les rondelles sont ensuite meulées et une retouche de « riche en zinc » est effectuée à leur emplacement.



- 2 Il faut vérifier la continuité du tube et en particulier qu'il ne soit pas obstrué par du zinc.

Une bille est introduite dans le tube pour vérifier qu'il n'est pas bouché ou trop réduit.



2. REVÊTEMENT DE ZINC : ÉPAISSEUR OBTENUE

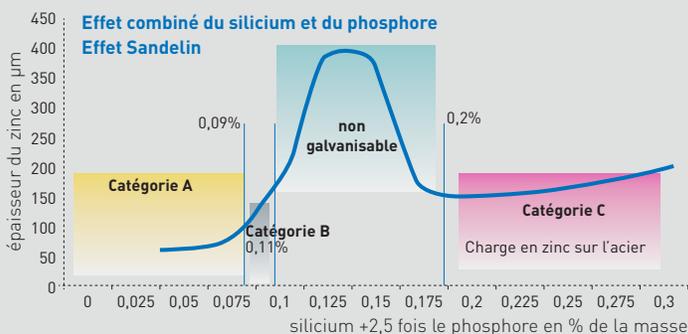
La galvanisation à chaud consiste à immerger des pièces en acier dans un bain de zinc à 450°C environ pendant un laps de temps suffisamment long pour que l'ensemble de la structure à galvaniser soit amenée à cette température et ce après un décapage dans des bains d'acide, afin de créer sur l'ensemble de la pièce une liaison fer/zinc protectrice.

La **qualité de l'acier** au sens de la norme NF A 35-503 et l'**épaisseur de la pièce** à galvaniser influencent

directement l'épaisseur de la couche de zinc.

La norme NF A 35-503 définit la quantité de phosphore et de silicium acceptable pour que l'acier soit apte à la galvanisation.

La combinaison du phosphore et du silicium dans une certaine proportion et dosage augmente l'appétence de l'acier pour le zinc (effet de Sandelin) : ce dernier va fusionner avec le zinc créant une épaisseur importante.



Catégories	Composition en % de la masse acier		
	Si	Si + 2,5P	P
Catégorie A	<0,03	<0,09	-
Catégorie B	<0,04	<0,11	-
Catégorie C	0,14<Si<0,25	-	<0,035

_ **Pour les aciers de type A**, l'aspect sera brillant et lisse avec une épaisseur dans la moyenne des valeurs édictées par la **norme NF EN ISO 1461**.

_ **Pour les aciers de type B**, lorsque les teneurs en Si et en P (Silicium et Phosphore) sont proches des limites, un aspect mat et marbré peut apparaître mais il n'a aucune conséquence sur la performance du traitement contre la corrosion.

_ **Pour les aciers de type C**, l'épaisseur de zinc peut être importante, donnant un aspect mat et « peau d'orange », l'épaisseur en résultant peut dépasser les 200 µm.

_ **En dehors de ces catégories d'aciers**, une composition différente peut provoquer des résultats non maîtrisés : écaillage, fragilité de la surface.



L'ISO 14713-1 indique la proportionnalité entre épaisseur de la pièce et épaisseur du revêtement.

Épaisseur de la pièce (mm)	Masse locale de zinc suite au traitement		Masse moyenne de zinc suite au traitement	
	g/m ²	µm	g/m ²	µm
Acier > 6 mm	505	70	610	85
Acier > 3 mm et ≤ 6 mm	395	55	505	70
Acier ≥ 1,5 mm et ≤ 3 mm	325	45	395	55
Acier < 1,5 mm	250	35	325	45
Pièces moulées ≥ 6 mm	505	70	575	80
Pièces moulées < 6 mm	430	60	505	70

**_ DEUX MÉTHODES DE MESURES
D'ÉPAISSEUR DE REVÊTEMENT SONT ADMISES :
LA MÉTHODE MAGNÉTIQUE OU PAR ESSAI GRAVIMÉTRIQUE.**

Sauf accord contraire, les contrôles sont effectués par le galvaniseur avant le départ des pièces au nom du client. Le contrôle porte sur l'aspect de la galvanisation et les essais qui permettent de déterminer l'épaisseur du revêtement de zinc. Les essais d'adhérence ne sont pas normalement exigés du fait de la

technologie de la galvanisation à chaud qui assure une fusion du zinc et de l'acier.

Le nombre minimal de pièces contrôlées dépend de la taille du lot. Ce nombre est détaillé dans le tableau extrait de la norme NF EN ISO 1461 et ces pièces doivent être prélevées au hasard.

Nombre de pièces du lot de fabrication	Nombre minimal de pièces à contrôler - Echantillon
1 à 3	Toutes
4 à 500	3
501 à 1 200	5
1 201 à 3 200	8
3 201 à 10 000	13
> 10 000	20

Un appareil de mesure magnétique est utilisé pour déterminer l'épaisseur de zinc présent. Conformément à la norme, un certain nombre de points de contrôle est effectué.

Ces points sont choisis dans des zones représentatives et permettent de garantir le respect de cette dernière. Des relevés spécifiques d'épaisseur peuvent être effectués à la demande des clients.



_ LE CONTRÔLE D'ASPECT

Il y a lieu d'effectuer un contrôle visuel des pièces galvanisées à chaud avant livraison. La norme indique qu'elles doivent être examinées à une distance de 1 m et être exemptes de nodules, cloques, picots, rugosités, zones non revêtues. De plus, le revêtement ne doit pas provoquer de blessure (cas des mains courantes par exemple).

Il faut garder à l'esprit que la galvanisation à chaud a pour but d'assurer une protection **anticorrosion haut de gamme** et de très longue durée, les considérations esthétiques ou d'aspect doivent rester secondaires.

Un accord particulier entre le client et le galvaniseur est toujours possible si les pièces doivent être considérées comme pièces d'aspect.

Des écarts d'aspect de couleur ou des irrégularités superficielles ne peuvent motiver un refus des pièces si l'épaisseur du revêtement est supérieure à l'épaisseur minimale spécifiée.

En cas de litige, il est possible de mesurer l'épaisseur du revêtement par la méthode gravimétrique : cette méthode est destructive

mais n'est pas ponctuelle comme la méthode magnétique. Les deux mesures sont aussi fiables si le nombre de points relevés sur une surface de référence est suffisamment important. La somme des mesures locales donnera en moyenne le même résultat que par la méthode gravimétrique.

D'autres méthodes peuvent être utilisées comme la coupe micrographique, mais dans un contexte de production industrielle et d'usine, la méthode magnétique est de loin plébiscitée.

Quelle que soit la méthode d'essais retenue, les surfaces de contrôles doivent être choisies judicieusement pour être représentatives : 100 mm des bords de pièce environ, 100 mm des bouts, au centre de la pièce, et doivent être de section complète.



Nombre de surfaces de référence requises pour les essais

Catégorie	Aire de la surface significative	Nombre de surfaces de référence à utiliser par pièce
A	$> 2 \text{ m}^2$	≥ 3
B	$> 100 \text{ cm}^2$ et $\leq 2 \text{ m}^2$	≥ 1
C	$> 10 \text{ cm}^2$ et $\leq 100 \text{ cm}^2$	1
D	$\leq 10 \text{ cm}^2$	1 sur chaque pièce

Note : $2 \text{ m}^2 = 200 \times 100 \text{ cm}$; $100 \text{ cm}^2 = 10 \times 10 \text{ cm}$

Extrait de la norme

Le tableau ci-dessus indique le nombre de surfaces de contrôle en fonction de la surface de la pièce.

Pour les pièces de petite taille (D), leurs surfaces associées doivent représenter au minimum 10 cm^2 . S'il est nécessaire d'associer plus de 5 pièces pour avoir 10 cm^2 , une seule mesure par pièce est requise.

Sur chaque surface de référence 10 cm^2 , 5 relevés magnétiques au minimum doivent être effectués. Ce qui est retenu comme conforme à la norme, c'est la valeur moyenne de l'ensemble des relevés sur toutes les surfaces d'une même pièce.

Epaisseur et masse minimale de revêtement sur des échantillons non centrifugés

Epaisseur de la pièce	Epaisseur locale de revêtement (valeur minimale) μm	Masse locale de revêtement (valeur minimale) g/m^2	Epaisseur moyenne de revêtement (valeur minimale) μm	Masse moyenne de revêtement (valeur minimale) g/m^2
Acier > 6 mm	70	505	85	610
Acier > 3 mm à \leq 6 mm	55	395	70	505
Acier > 1,5 mm à \leq 3 mm	45	325	55	395
Acier < 1,5 mm	35	250	45	325
Pièce moulée \geq 6 mm	70	505	80	575
Pièce moulée < 6 m	60	430	70	505

Note : Le présent tableau est d'application générale. Les normes de produits peuvent inclure des exigences différentes et notamment des catégories d'épaisseur différentes. Les exigences relatives à la masse locale de revêtement et à la masse moyenne de revêtement sont données dans le présent tableau pour servir de référence en cas de litige.

Chacune des pièces prélevées doit avoir une épaisseur moyenne supérieure ou égale aux épaisseurs attendues.

Epaisseur et masses minimales de revêtement sur des échantillons centrifugés

Epaisseur de la pièce	Epaisseur locale de revêtement (valeur minimale) μm	Masse locale de revêtement (valeur minimale) g/m^2	Epaisseur moyenne de revêtement (valeur minimale) μm	Masse moyenne de revêtement (valeur minimale) g/m^2
Pièces filetées :				
Diamètre > 6 mm	40	285	50	360
Diamètre \leq 6 mm	20	145	25	180
Autres pièces (y compris pièces moulées) :				
\geq 3 mm	45	325	55	395
< 3 mm	35	250	35	325

Note : Le présent tableau est d'application générale. Les normes relatives aux revêtements des éléments de fixation et les normes de produits peuvent inclure des exigences différentes. Les exigences relatives à la masse locale de revêtement et à la masse moyenne de revêtement sont données dans le présent tableau pour servir de référence en cas de litige.



EN RÉSUMÉ

On doit considérer comme unique une pièce dont tous les éléments constitutants sont de même épaisseur.

Une pièce constituée par l'assemblage d'éléments d'épaisseurs différentes sera considérée comme autant de pièces pour le contrôle.

Une pièce faite d'un cadre d'épaisseur 8 mm, de membrure d'épaisseur 6 mm et d'un voile de fond de 2 mm sera considérée comme 3 pièces.

_ Si le cadre fait au total 80 cm², il y aura 1 zone de contrôle avec 5 mesures.

_ Si les membrures font 150 cm², il y aura au minimum 1 zone de contrôle avec 5 mesures.

_ Si le voile de fond fait 2,5 m², il y aura 3 zones de contrôle avec 5 mesures sur chaque zone.

La moyenne des relevés d'épaisseur devra être conforme à la norme pour le cadre : 85 µm.

La moyenne des relevés d'épaisseur devra être conforme à la norme pour les membrures : 70 µm.

La moyenne des relevés d'épaisseur devra être conforme à la norme pour le voile : 55 µm.



U6

GALVANISATION

1. CENDRES ET TACHES NOIRES



La galvanisation à chaud fait appel à un ou des dégraissages, des décapages et, entre chaque opération, des rinçages intermédiaires.

Avant la galvanisation, la surface est revêtue d'un flux qui élimine les oxydes qui se sont reformés après le décapage. Cette solution de chlorure de zinc et d'ammonium réagit lors de la galvanisation à chaud pour former des ammoniacates :

ce sont ces **cendres qui surnagent à la surface du bain de zinc.**

Ces cendres sont enlevées par spatulage à la surface du bain de zinc, quelques scories peuvent surnager et se coller aux pièces créant quelques points noirs. Ces points n'enlèvent rien aux caractéristiques anticorrosion de la galvanisation et sont inhérents au procédé de galvanisation à chaud.



TACHES



En savoir +

Les scories et défauts de surfaces sont repris en finition en laissant toutefois un aspect différent à cet endroit sur la pièce tout en garantissant la même résistance à la corrosion.



2. DIMENSION **DES PIÈCES**

La taille des pièces qui peuvent être galvanisées est intimement liée aux dimensions utiles du bain : longueur, hauteur et largeur.

En considérant cette contrainte, certaines pièces peuvent s'avérer hors gabarit et peuvent contraindre le galvaniseur à décliner la prestation.

Le groupe France Galva est équipé de bains de tailles différentes et peut vous proposer de sous-traiter une prestation dans une usine plus adéquate pour vos pièces.



En savoir +

**POUR DÉCOUVRIR UN PROJET
HORS NORMES, FLASHEZ-MOI**



Dans les cas de pièces hors gabarit et dans la mesure d'une acceptation explicite de la part du client, il est possible sur certains équipements de procéder à une double trempe : la pièce est galvanisée d'un côté puis de l'autre. Les contraintes thermiques engendrées sont très importantes et des démarcations de trempe vont apparaître, cette procédure est donc exceptionnelle.



3. RECONDITIONNEMENT ET RÉPARATION



Le processus mis en place, en raison de sa complexité et au vu des nombreux paramètres qui entrent en jeu, peut nécessiter le reconditionnement de certaines surfaces.

Suivant plus spécifiquement la norme ISO 1461 : les surfaces à reconditionner par le galvaniseur ne peuvent dépasser 0,5% de la surface totale de la pièce et cette surface ne peut excéder 10 cm². Sauf dérogation explicite du donneur d'ordre, si ces limites sont dépassées, la pièce doit être galvanisée de nouveau.



PLUSIEURS POSSIBILITÉS DE RECONDITIONNEMENT SONT POSSIBLES :

_ **Par projection thermique de zinc**, baguettes d'alliage de zinc ou poudre de zinc. La zone à réparer est préchauffée à 150°C pour une meilleure accroche. Après la projection et le refroidissement, il est possible d'uniformiser la surface par une application de peinture à la bombe.

_ **Par application d'une peinture riche en zinc** conforme à la norme ISO 3549.

_ **Par des produits composés de particules de zinc** ou des pâtes de zinc.



Dans tous les cas, l'épaisseur de revêtement sur les zones reconditionnées doit être égale à 100 µm sauf accord contraire et explicite du client, en particulier en cas de revêtements supplémentaires de finition. Le revêtement de reconditionnement doit avoir les facultés sacrificielles nécessaires vis-à-vis de l'acier.

4. MARQUES D'ACCROCHAGE ET DE FILS



En fonction de leurs dimensions, les pièces sont accrochées sur différents types d'appareils.

Le type d'accroche dépend de l'outil industriel de la galvanisation.

Il est recherché en règle générale :

- _ la **sécurité** du personnel,
- _ la **sûreté** d'accroche de la pièce pour éviter sa chute lors des transferts,
- _ son **inclinaison** pour l'évacuation par les trous d'évent ou les grugeages de l'acide des baigns de décapage et de la libre circulation du zinc à l'extérieur et l'intérieur des pièces.

L'accrochage se fait par des fils de fer dans des trous d'accroche ou par les endroits permis par la pièce. Il est parfois nécessaire d'utiliser des chaînes si les pièces sont lourdes. Cette accroche se fait en combinant l'inclinaison voulue et la recherche d'une moindre déformation. Les zones d'accroche peuvent présenter une surépaisseur due à la rétention de zinc par les fils.

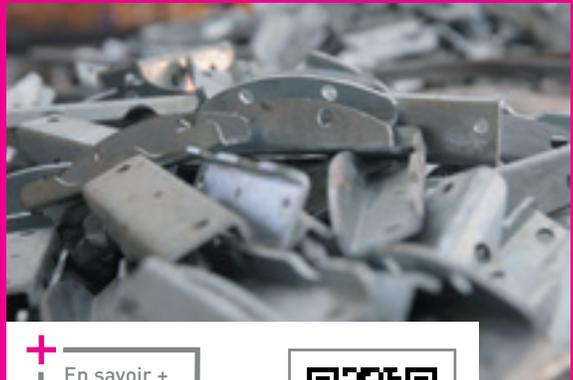
Cette surépaisseur est inhérente au processus industriel de galvanisation, tout est mis en œuvre pour la minimiser, mais elle est inévitable.



A noter

LA CENTRIFUGATION

Pour les petites pièces de 500 gr à 3 kg et de 500 mm maximum, le groupe France Galva peut vous proposer une prestation par centrifugation : les pièces après préparation sont plongées dans un bain de zinc en fusion puis centrifugées à environ 800 tr/mn pour éviter les surépaisseurs et les collages entre les pièces.



En savoir +

**POUR DÉCOUVRIR
CE PROCÉDÉ
FLASHEZ-MOI**

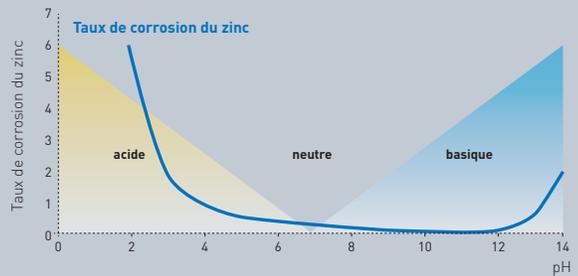


Marques d'accroche

5. DÉGALVANISER ET REGALVANISER DES PIÈCES

Dans certains cas exceptionnels, reprise de fabrication, modification ou de structure, remise à neuf de systèmes, il peut être nécessaire de remettre à « nu » le métal déjà galvanisé et lui faire suivre de nouveau l'ensemble du processus.

L'une des caractéristiques de la galvanisation à chaud est sa très grande longévité et sa résistance aux agents extérieurs agressifs. Toutefois un environnement très acide $\text{pH} < 4$ attaque rapidement la couche de zinc. Cette caractéristique est mise à profit pour décaper les aciers déjà galvanisés.



Les pièces sont déposées dans des cuves spécialement dédiées pour qu'une solution à base d'acide chlorhydrique dissolve le zinc présent. La pièce est ensuite traitée comme une pièce standard dans le processus de galvanisation à chaud.

Le choix d'une cuve spécifique est dicté pour des raisons de flux de production - le temps nécessaire au décapage n'est en effet pas compatible avec le processus de fabrication - et pour des raisons de maîtrise de retraitement des bains, celui-ci étant de fait très « chargé » en zinc.

Cette procédure engendre un coût élevé en particulier de retraitement du bain d'acide du fait de sa charge en zinc.



A noter

Certains aciers ayant fait l'objet d'une première galvanisation il y a plusieurs décennies peuvent engendrer après une seconde galvanisation des défauts en profondeur d'acier et un aspect très irrégulier.



CAS PARTICULIER DES CHÂÎNES D'ANCRE

Les défauts évoqués précédemment vont être présents sur les maillons des chaînes d'ancre.

En outre, la trempe de la chaîne dans le bain de zinc liquide va provoquer irrémédiablement des collages lors du refroidissement du zinc, qui vont souder les maillons entre eux. Lors de la libération de ces collages, des arrachements ou écaillages vont apparaître.

En conclusion, la regalvanisation des chaînes est déconseillée pour cause de qualité.

En usine, ces chaînes sont en effet galvanisées par le processus de galvanisation en continu dans un bain de zinc et non pas en trempe, le résultat obtenu ne peut être similaire.

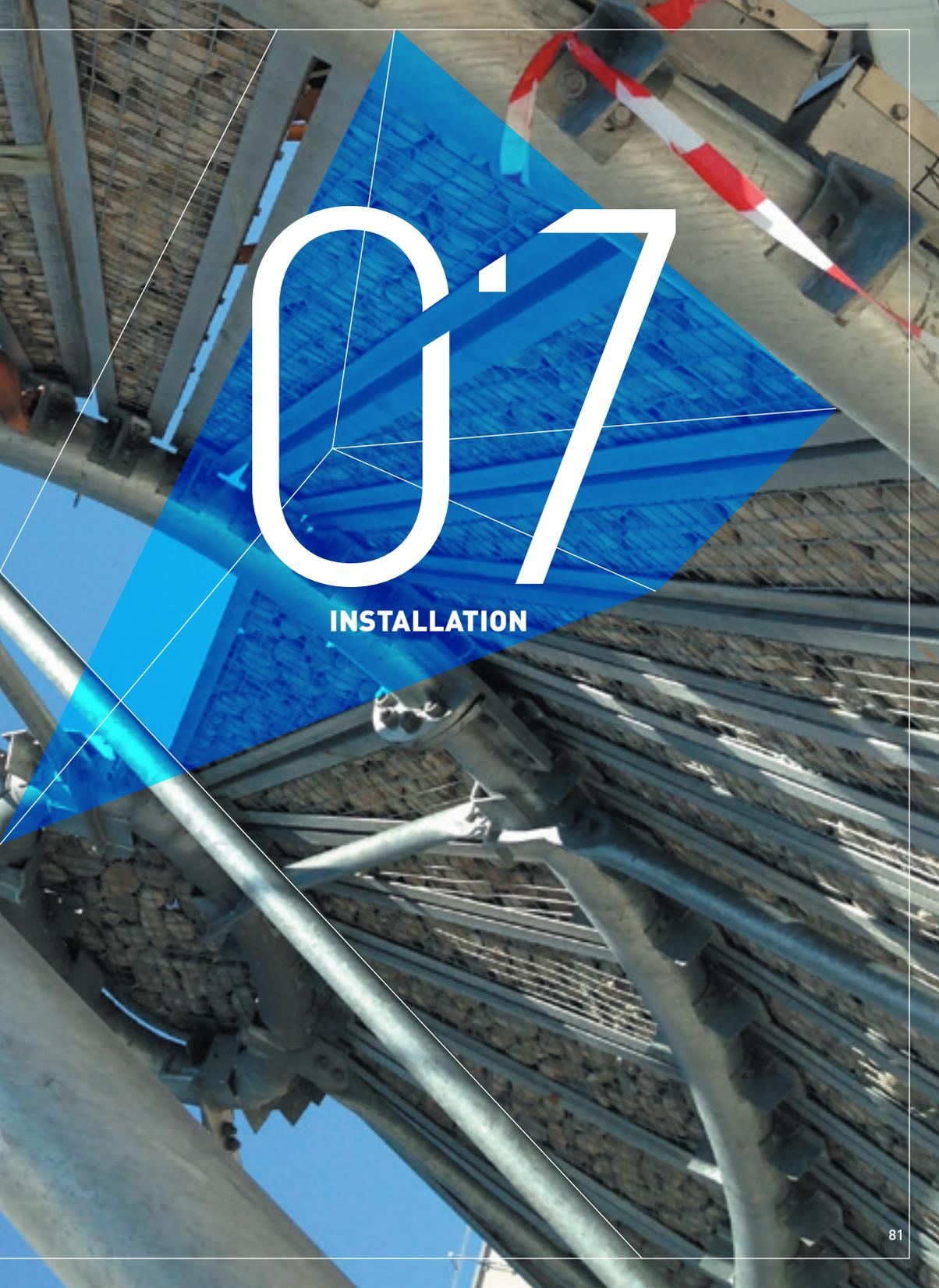
Cette opération est donc effectuée à la demande du donneur d'ordre et en toute connaissance de cause.



A noter

La galvanisation a une durée de vie limitée en environnement chloré, eau salée, une perte supérieure à $10 \mu\text{m}$ /an est normale.





07

INSTALLATION

1. CONSTRUCTION DE STRUCTURES MÉTALLIQUES GALVANISÉES À CHAUD : MONTAGE AVEC DE LA BOULONNERIE HR

PRINCIPE GÉNÉRAL

Les constructions avec les boulons précontraints doivent être mises en œuvre suivant la norme EN 14399 -1 et -6.

Les boulons HR sont des boulons à haute limite élastique comportant un jeu de rondelles incorporées.

Lors de leur mise en œuvre, ces boulons sont serrés suivant un couple précis. Ainsi les efforts de glissement ne sont pas repris par cisaillement de la tige de la vis mais par adhérence obtenue entre les pièces à assembler.

Ces boulons ne travaillent donc qu'en traction. Le cisaillement doit être absent. Il ne peut apparaître que dans les cas extrêmes :

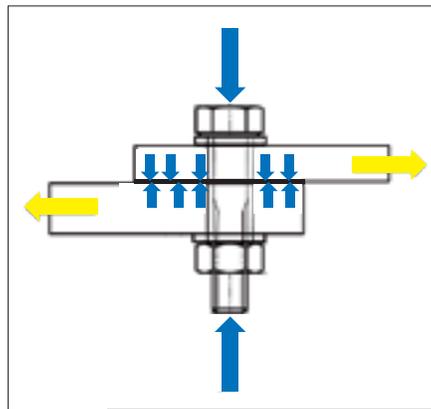
- _ cas de surcharges non prévues en utilisation normale,
- _ explosion, incendie...

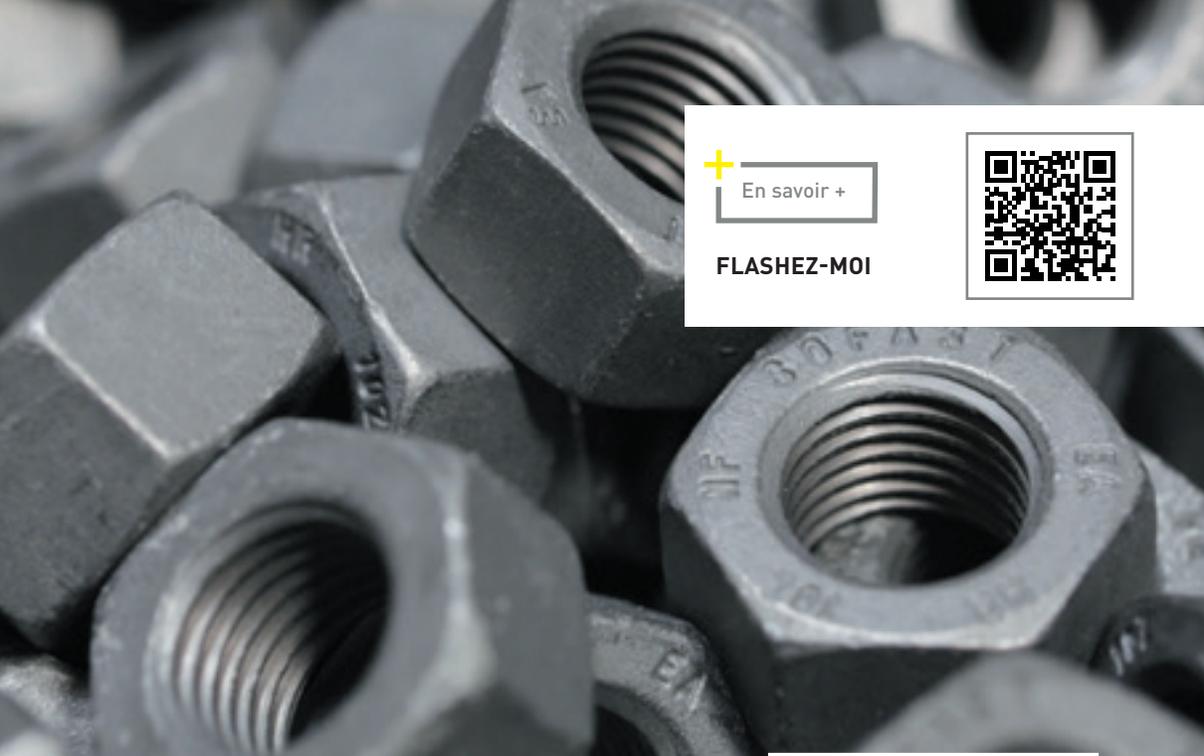
Il faut que les forces exercées par le serrage soient supérieures aux forces axiales multipliées par le coefficient de

frottement pour obtenir un montage sans glissement (dans le cas contraire la boulonnerie serait utilisée en cisaillement).

Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire d'avoir un coefficient de frottement maîtrisé.

Lors du serrage, le coefficient de frottement entre l'écrou et la vis est inclus dans l'indication de couple de serrage pour assurer une indication de valeur correcte.





+

En savoir +

FLASHEZ-MOI



LES SURFACES EN CONTACT

Le paragraphe 8.4 de la norme NF EN 1090-2 précise que :

_ **la valeur du coefficient** de frottement doit en général être déterminée par des essais spécifiés dans l'annexe G,

_ **l'aire de contact** dans les assemblages précontraints doit être spécifiée,

_ **les surfaces de contact** doivent être exemptes de toutes souillures car ces dernières pourraient modifier le coefficient de frottement (huile de perçage par exemple),

_ **les bavures** ou bourrelets de perçage ou fluoperçage peuvent limiter la surface d'appui et modifier le coefficient de frottement effectif en modifiant les capacités d'accostage,

_ **les surfaces non revêtues** doivent être exemptes de rouille,

_ si les surfaces de contact bénéficient d'une **préparation particulière**, il convient de veiller à ne pas les endommager,

_ **la protection par peinture** à proximité des assemblages ne doit pas être appliquée ni mise en œuvre avant la fin des mises en contrainte.



3 TYPES D'ESSAIS SONT HABITUELLEMENT ADMIS

_ **Essais de glissement à court terme** : au moins quatre essais sont requis pour obtenir 8 valeurs du coefficient de glissement.

_ **Essais de glissement sous charge constante** : 1 essai minimum. Une éprouvette est mise sous contrainte de glissement à 90% de la valeur attendue pendant 3 heures. Le glissement ne doit pas être supérieur à 0,002 mm entre 5 mn et 180 mn.

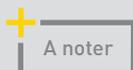
_ **Essai de fluage prolongé** : essai requis pour les éléments peints. 3 essais sont nécessaires pour valider la valeur. Il faut déterminer la valeur qui assurera un glissement inférieur à 0,3 mm.

Attention ces valeurs sont indicatives et ne sauraient engager la responsabilité de France Galva.

Traitement de surface	Cœf. de frottement
Surface grenailée ou sablée sans rouille ni piqûres	0,5
Surface grenailée ou sablée puis métallisée ou revêtue d'une peinture riche en zinc	0,4
Surface nettoyée à la brosse métallique ou au chalumeau	0,3
Surface brute de laminage	0,2

POUR LES SURFACES GALVANISÉES

Traitement de surface	Court terme	Fluage
Galvanisée à chaud	0,2 à 0,25	0,10 à 0,15
Galvanisée à chaud puis grenailée	0,33	0,16
Galvanisée, grenailée puis peinture riche en zinc	0,26	0,13
Galvanisée, puis conversion chimique et peinture riche en zinc	0,35	0,17



Pensez à la création de zone d'épargne avec de l'adhésif. cf. page 42-43



2. RIVETAGE ET VIS AUTO-TARAUDEUSES

L'utilisation d'une boulonnerie de type inox sur une protection zinc provoque des phénomènes de transfert galvanique d'électrons entraînant un risque de corrosion rapide en fonction des environnements.

CORROSION GALVANIQUE OU DE CONTACT

Deux métaux de natures différentes mis en contact prennent en règle générale deux potentiels différents, ce qui donne naissance à des réactions électrochimiques et à une circulation de courant électrique et donc d'électrons.

Le métal le moins noble (le plus facilement corrodable) est négatif, il fera fonction d'anode. Ce métal va se corroder moins rapidement. Plus la différence de potentiel entre les deux métaux est importante (éloignée dans le tableau maîtrise des risques de la galvanisation), plus le phénomène sera amplifié.

Des configurations peuvent accentuer le phénomène : avec une grande surface de cathode métal noble pour une petite surface d'anode, la vitesse de corrosion peut être multipliée par 100 (ex : un rivetage en aluminium sur des pièces en inox).

Toutefois la corrosivité potentielle du matériau le plus noble va influencer le comportement du moins noble. Plus le premier sera difficilement corrodable, moins le deuxième aura d'électrons à céder et donc se corrodera plus lentement.





A noter

En milieu C4, une tôle en Sendzimir type 275Z qui a une épaisseur de 18 µm de zinc perdra sa protection en deux ans en cas de couplage zinc/inox.

En comparaison, une tôle en acier galvanisée à chaud résistera plus de dix ans.



En savoir +

DEMANDEZ NOTRE DOCUMENTATION « LA GALVANISATION À CHAUD, LE BON CHOIX DE PROTECTION »

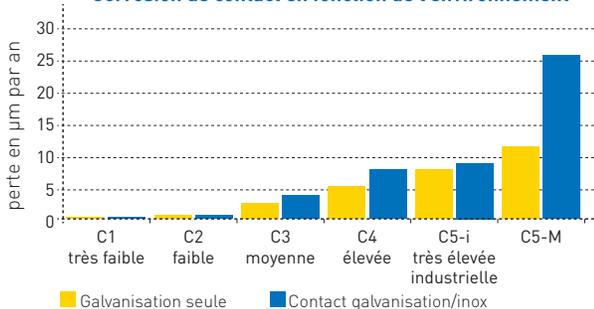


En cas de fixation, il est recommandé d'utiliser des fixations proches en matériaux ou en revêtement de ceux avec lesquels elles vont être en contact : acier zingué bichromaté par exemple ou galvanisé avec la galvanisation à chaud. L'utilisation de fixation inox n'est pas utile, sans être délétère la surface de contact étant faible.

Toutefois, en milieu agressif type bord de mer, l'utilisation d'isolant plastique est nécessaire si on souhaite maintenir un mariage zinc et inox, l'humidité saline étant un excellent électrolyte.

Il en est de même avec tous les systèmes de fixation de type rivetage ou vis autoperceuse ou taraudeuse.

Corrosion de contact en fonction de l'environnement



3. NETTOYAGE

OXYDE DE ZINC

La protection de l'acier se fait par la corrosion sacrificielle du zinc mais cette dernière est très lente dans le temps. En effet, le zinc crée à sa surface des couches d'oxyde de zinc, $Zn(OH)_2$, $ZnCO_3$: cette couche est insoluble, adhérente et protectrice.

C'est cette couche terne qui apparaît à la surface des pièces galvanisées à chaud remplaçant progressivement l'éclat de la surface. Ce procédé de patine est naturel et inévitable.

La présence d'eau ou d'humidité stagnante entre les pièces lors de leur stockage peut altérer ce procédé en créant de l'hydroxyde de zinc et de l'oxyde de zinc qui se manifestent par des taches blanchâtres.

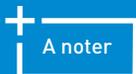
Pour éviter ces désagréments passagers, il convient de stocker les pièces avant installation à l'abri si ce sont des pièces d'aspect ou il faut les entreposer inclinées pour éviter l'eau stagnante.





Ces marques sont temporaires car l'ensemble de la galvanisation va se recouvrir de sa patine qui assure la protection anticorrosion.

Ces taches s'élimineront dans le temps par le lessivage naturel des intempéries. Si on souhaite les éliminer, il est possible de procéder à un brossage avec une brosse de nylon dure. Un brossage avec une solution avec 25 à 50 gr/litre d'eau d'acide citrique puis un rinçage donnent également de bons résultats. Des produits à base d'acide Desoxid[®] de Vera chimie sont spécifiques à cette application, de l'ammoniac dilué est aussi utilisable. Dans tous ces cas, il est nécessaire de rincer pour bloquer la réaction.



A noter

Suivant la norme NF EN ISO 1461, la présence, après galvanisation, de zones grises plus ou moins marbrées ou foncées présentant certaines irrégularités, ou des taches dues aux conditions de stockage, produits de la corrosion blancs ou noirs, ne peuvent motiver un rejet des pièces dans la mesure où l'épaisseur de zinc déposée est conforme à la norme.

Il est possible de rédiger entre les parties un cahier des charges encadrant cet aspect.



4. BOIS ET GALVANISATION À CHAUD

Sous l'influence de l'air et ou de l'eau en contact direct ou simplement de l'humidité de l'air avec des facteurs aggravants comme la pollution, les métaux ont tendance à s'oxyder. Ils produisent en réaction des produits d'oxydation - oxydes, hydroxydes, carbonates - qui forment une couche de protection qui limite la poursuite de l'action corrosive : c'est le cas du zinc, du cuivre, de l'aluminium et des inox.

Il est possible de protéger les métaux contre la corrosion en utilisant le procédé galvanique : le métal le moins noble se sacrifie pour protéger le plus noble. C'est le principe de la galvanisation à chaud où le zinc protège l'acier.

Les contenus cellulaires acides du bois peuvent provoquer et accélérer la corrosion des métaux par une dissolution des produits d'oxydation protecteurs comme l'hydroxyde de zinc, l'hydroxyde d'aluminium par exemple. Cette dissolution expose les métaux à une poursuite de l'attaque.

Mais attention, les traitements autoclaves ne sont pas neutres dans le phénomène de corrosion de contact. Le phénomène est décuplé avec l'eau stagnante ou l'écoulement.

Le traitement en effet recourt parfois à du cuivre (aspect verdâtre du bois) pour ses propriétés fongicides, mais cela va provoquer une corrosion du zinc en faveur du cuivre... Corrosion à prévoir, dans ce cas, pensez à utiliser des isolateurs en plastique.



Essence		pH
Sapin gracieux / amabilis	Abies amabilis	5,9
Sapin baumier	Abies balsamea	5,4
Sapin subalpin	Abies lasiocarpa	6,0
Erable rouge	Acer rubrum	4,9 > 6,0
Erable argenté	Acer saccharinum	6,4
Aulne rouge / de l'Orégon	Alnus rubra	5,9
Okoumé	Aucournea klaineana	4,2 > 5,2
Bouleau gris (à feuille de peuplier)	Betula populifolia	5,1
Charme	Carpinus betulus	5,2
Châtaigner	Castanea sativa	3,4 > 3,7
Iroko, kambala	Chloropora excelsa	5,4 > 7,3
Hêtre à grandes feuilles (hêtre américain)	Fagus grandifolia	5,5 > 6,2
Hêtre commun/européen	Fagus sylvatica	3,9 > 7,2
Frêne blanc / d'Amérique	Fraxinus americana	5,4 > 6,0
Frêne commun	Fraxinus excelsior	5,8
Frêne noir	Fraxinus nigra	5,5
Noyer commun	Juglans regia	4,4 > 5,2
Acajou Grand Bassam	Khaya ivorensis	6,5
Acajou	Khaya spp.	4,5 > 6,7
Mélèze commun / Europe	Larix decidua	4,0 > 5,7
Epicea commun	Picea abies	4,0 > 5,3
Pin maritime	Pinus pinaster	3,8
Pin rouge	Pinus resinosa	5,2 > 6,0
Pin sylvestre	Pinus sylvestris	4,3 > 5,1
Peuplier à grandes dents	Populus grandidentata	5,8
Peuplier faux-tremble	Populus tremuloides	5,4
Douglas vert	Pseudotsuga menziesii	3,1 > 6,1
Chêne blanc (d'Amérique)	Quercus alba	3,8 > 4,1
Chêne rouvre	Quercus petraea	3,9
Chêne pédonculé	Quercus robur	3,3 > 3,9
Chêne rouge (d'Amérique)	Quercus rubra	3,8 > 4,2
Robinier faux acacia	Robinia pseudoacacia	5,3
Teck	Tectona grandis	4,5 > 5,5
Tilleul d'Amérique	Tilia americana	4,6 > 6,4
Orme blanc d'Amérique	Ulmus americana	6,0 > 7,6
Orme champêtre	Ulmus procera	6,8

5. PRÉPARATION À LA MISE EN PEINTURE



L'application industrielle de revêtements de poudre organique sur des produits en acier galvanisés à chaud répond à la norme NF EN 15773.

Un revêtement de peinture sur un acier galvanisé à chaud a essentiellement un rôle esthétique même si l'association galvanisation à chaud et peinture permet un appareillage plus durable, en particulier pour la peinture. En effet, la rouille ne pourra pas attaquer, ni soulever le revêtement par-dessous, le substrat acier étant protégé.

Le désordre le plus souvent observé est le décollement à l'interface zinc/peinture.

Le liant de la peinture peut être en cause. Les peintures de type glycérophthalique sont déconseillées, une réaction peut se produire et créer une pâte qui empêche l'adhérence.

Si le liant (ou la technologie employée) est éprouvé pour l'application sur la galvanisation à chaud, il faut se focaliser sur la préparation de surface.

Un ponçage léger est parfois nécessaire pour enlever les traces d'aspérités présentes sur la galvanisation à chaud (mains courantes par exemple).

Pour assurer une bonne cohérence entre la peinture et le zinc, il faut procéder à un dérochage en cas de peinture liquide ou une conversion pour la peinture poudre. Dans les deux cas, le but est de modifier superficiellement la surface du support pour permettre une meilleure adhérence.

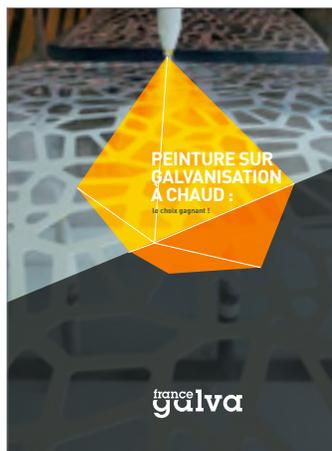
Le dérochage est entendu mécanique : il est obtenu soit par un ponçage léger à l'abrasif fin, soit par un balayage à faible pression à l'aide d'un abrasif fin et doux de type corindon. Le grenailage acier est fortement déconseillé pour éviter des désordres ultérieurs comme les traces et les coulures de rouille.

La conversion est obtenue par un traitement à base d'acide et par une montée en température au-delà de 200°C quelques dizaines de minutes.



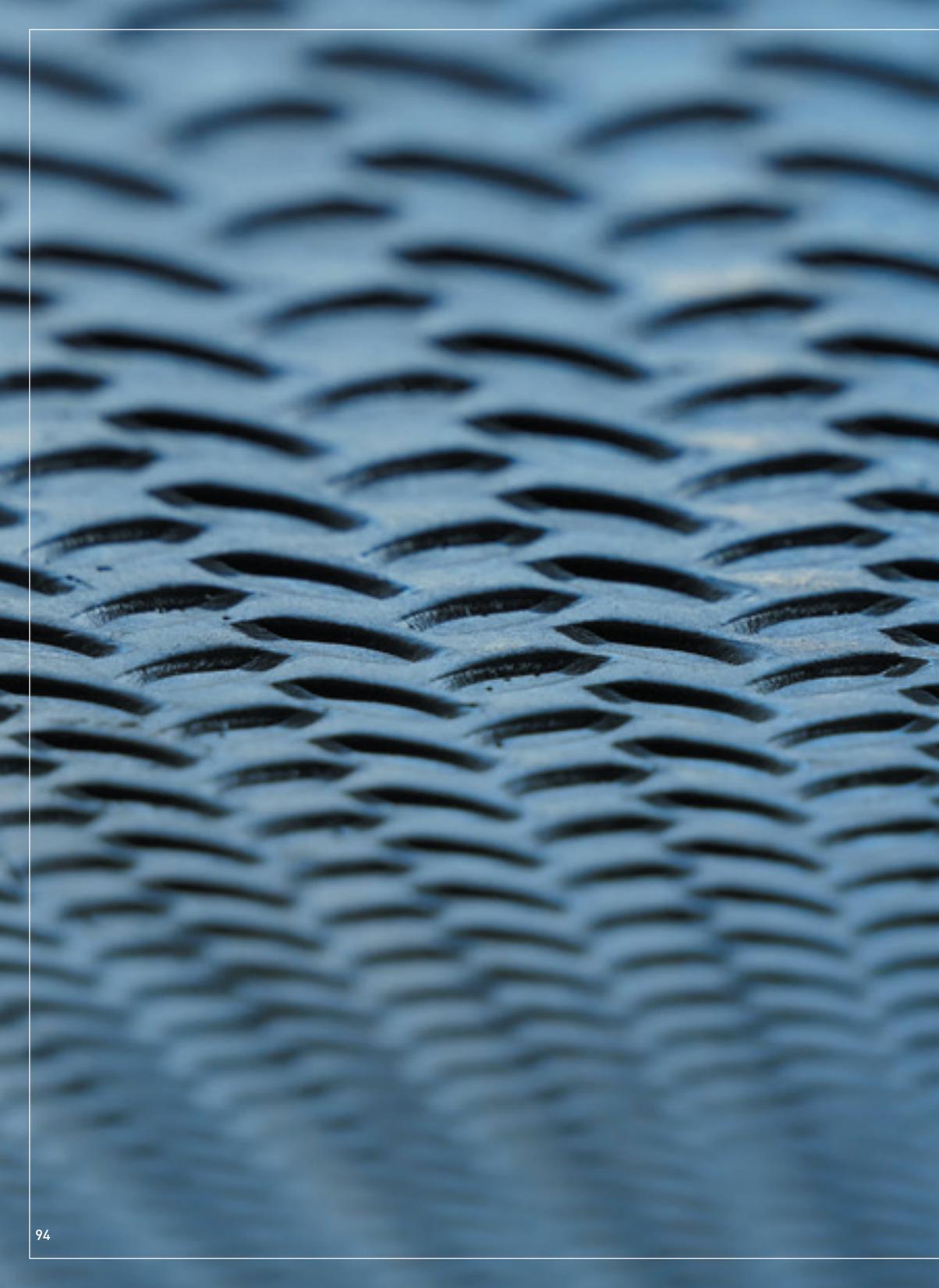
+ En savoir +

DEMANDEZ NOTRE DOCUMENTATION « PEINTURE SUR GALVANISATION À CHAUD »



POUR VOIR LES VIDÉOS





A teal-colored triangle graphic is positioned in the center of the page, tilted slightly to the right. It contains the large white text 'U8' and the word 'ENVIRONNEMENT' below it. The background of the entire page is a blue-toned image of water ripples, with a white geometric line pattern overlaid.

U8

ENVIRONNEMENT



corrosion

En fonction de son environnement, la corrosion du zinc est parfaitement prévisible, il est ainsi possible d'estimer la longévité d'un ouvrage.

Par exemple : en cas extrême d'environnement C3, l'érosion sera de $2 \mu\text{m} / \text{an}$.

Une galvanisation à chaud de $180 \mu\text{m}$ assurera 80 ans de fonction anticorrosion.

Exemple de classe de corrosivité	Dans les pays de type tempéré	/	Perte d'épaisseur	
Catégorie de corrosivité	Extérieur	Intérieur	Corrosion galvanisation à chaud	Corrosion acier bas carbone
C1 très faible	Sans objet	Bâtiment chauffé avec une atmosphère propre, par ex. : écoles, hôtels, magasins	0 µm	10 µm
C2 faible	Environnement avec un très faible niveau de pollution, concerne les zones rurales	Bâtiments peu ou pas chauffés qui peuvent être sujets à la condensation, par ex. : entrepôts, salles de sport...	De 0,1 à 0,7 µm	De 10 à 50 µm
C3 moyenne	Atmosphères urbaines et industrielles, présentant une pollution modérée au dioxyde de soufre. Zone côtière abritée à faible salinité	Enceintes de fabrication confinées avec une humidité importante et une certaine pollution de l'air, par ex. : industrie agroalimentaire, blanchisserie, laiterie...	De 0,7 à 2 µm	De 25 à 50 µm
C4 élevée	Zones industrielles polluées, zones urbaines denses ou à fort trafic, zones côtières à salinité modérée	Usines chimiques, piscines, chantiers navals côtiers	De 2 à 4 µm	De 50 à 80 µm
C5-i très élevée, industrielle	Zones industrielles avec une humidité élevée, d'importantes retombées de pollution et une atmosphère agressive	Bâtiments ou zones avec une condensation permanente et stagnante et avec une pollution élevée	De 4 à 8 µm	De 80 à 200 µm
C5-M	Zones côtières et maritime à salinité élevée	Idem C5-i, avec acidité, soufre, zone de compostage	De 10 à 20 µm Système duplex galva + peinture	NC
Lm1	Environnement difficile	Immersion dans l'eau douce	Système duplex galva + peinture	NC
Lm2	Environnement très difficile	Immersion dans l'eau salée	Système duplex galva + peinture	NC
Lm3	Environnement très variable en fonction de l'agressivité du sol	Enterré dans le sol	Cf. pages 99 et 100	NC

1. ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL DIFFICILE

L'apport d'acides et de dioxyde de soufre SO_2 peut modifier le processus de création d'hydroxyde de zinc (qui protège le zinc d'une corrosion accélérée) en sulfite de zinc puis en sulfate de zinc qui va être lessivé par l'eau. Ce phénomène explique que la durée de vie d'une galvanisation à chaud soit variable en fonction de l'environnement d'implantation.

PAR EXEMPLE : LE SITE DE LACQ EN RECONVERSION

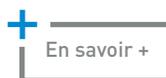
Le gaz extrait a toujours posé des problèmes à cause de sa teneur en hydrogène sulfuré.

Ce gaz est tellement corrosif que pour extraire le gaz, TOTAL s'est tourné vers les sidérurgistes pour mettre au point un acier résistant (1955).

Aujourd'hui, la source s'est tarie, il n'y a plus que très peu d'exploitation de gaz.

Reste l'exploitation de soufre (4 000 t/jour) qui sert à 80 ou 90 % à faire de l'acide sulfurique.

En brûlant, celui-ci donne du dioxyde de soufre, et avec l'humidité de l'air donne de l'acide sulfureux très corrosif (pH 2 à 4), ce qui n'est pas bon pour la longévité de la galvanisation.



**DEMANDEZ
NOTRE DOCUMENTATION
« LE BON CHOIX DE PROTECTION »**

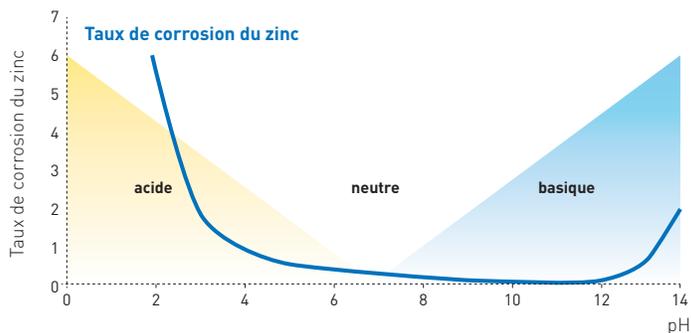


Il faut étudier soigneusement l'environnement où va être implantée une installation pour choisir son mode de protection.

2. STRUCTURE ENTERRÉE

Le zinc se protège de la corrosion en créant une couche d'oxyde de zinc. Toutefois, en fonction de son environnement, il va perdre quelques microns d'épaisseur tous les ans.

Dans le cas de structures enterrées, l'environnement est solide et en contact direct avec l'acier traité.



Un pH situé entre 4,5 et 12 n'aura pas d'effet sur la longévité du traitement.

Du fait de cette réaction à son environnement, il n'est pas nécessaire de maîtriser le pH en contact avec la galvanisation.

Dans les pays du Nord de l'Europe, la base des mâts d'éclairage est enterrée.

NF A 05-252 (JUILLET 1990) CORROSION PAR LES SOLS – ACIERS GALVANISÉS OU NON, MIS AU CONTACT DE LA TERRE

La longévité d'un ouvrage galvanisé à chaud dépend des caractéristiques du sol qui sont de fait en contact avec la structure galvanisée.

La norme NF A 05-252 traite de ce sujet.

En résumé, certains paramètres simples permettent de caractériser le degré d'agressivité d'un sol envers les métaux qui se trouvent à son contact (Cf. § 5.2.2. des Recommandations et Norme NFA 05-252 – Corrosion par les sols – Aciers galvanisés ou non mis en contact de matériaux naturels de remblai).

Ce sont essentiellement sa résistivité, son pH, sa teneur en sels solubles.

_ La résistivité

Les matériaux de remblai ou le sol sont considérés comme peu agressifs. Selon ce critère, si la valeur de la résistivité est supérieure à :

- 1 000 ohm - centimètre pour les ouvrages hors d'eau,
- 3 000 ohm - centimètre pour les ouvrages immergés,

la résistivité est déterminée à 20°C sur un échantillon de sol saturé (cf. le mode opératoire en annexe A de la norme A 05-252) ou à défaut, sur l'eau du site extraite du remblai.

_ L'activité en ions hydrogène ou « pH »

Le matériau de remblai est considéré comme peu agressif si la valeur du pH (potentiel Hydrogène) est comprise entre 5 et 10. Cette valeur est mesurée conformément à la norme NFT 01 013 dans l'eau extraite du mélange sol-eau dans les conditions de mode opératoire décrit dans l'annexe B de la norme A 05-252.

_ La teneur en sels solubles

Elle n'est déterminée en principe que pour les matériaux de remblai naturel dont la résistivité est inférieure à 5000 ohm-cm et pour les matériaux de remblai d'origine industrielle.

La concentration en chlorure (Cl⁻) est mesurée selon la norme NFT 90 110 et la concentration en sulfate (SO₄²⁻) selon la norme NFT 90 009 dans l'eau extraite selon le mode opératoire présenté en annexe B de la norme A05-252.

Le matériau de remblai est considéré comme peu agressif si :

- Pour un ouvrage hors d'eau (Cl⁻) < 200 mg/kg et (SO₄²⁻) < 1000 mg/kg
- Pour un ouvrage en eau douce (Cl⁻) < 100 mg/kg et (SO₄²⁻) < 500 mg/kg

3. CORROSION POUR CAUSES ENVIRONNEMENTALES, AGRICULTURE, ACIDITÉ

Le zinc se protège de la corrosion en créant une couche d'oxyde de zinc. Toutefois en fonction de son environnement, il va perdre quelques microns d'épaisseur tous les ans.

L'environnement le plus proche des milieux agressifs agricoles est le milieu intitulé industriel C 4, il va laisser 4 µm par an.

VITESSE DE CORROSION EN µM /AN

Code	Environnement	Corrosion galvanisation à chaud	Comparatif acier bas carbone
C1	Intérieur sec	0,1 µm	10 µm
C2	Intérieur : condensation occasionnelle Extérieur : exposition rurale à l'intérieur des terres	de 0,1 à 0,7 µm	de 10 à 25 µm
C3	Intérieur : humidité élevée air légèrement pollué Extérieur : environnement industriel et urbain à l'intérieur des terres ou côtier doux	de 0,7 à 2 µm	de 25 à 50 µm
C4	Intérieur : piscines, usines chimiques Extérieur : environnement industriel et urbain à l'intérieur des terres ou côtier doux	de 2 à 4 µm	de 50 à 80 µm
C5	Extérieur : environnement industriel très humide ou côtier très salin	de 4 à 8 µm	de 80 à 200 µm

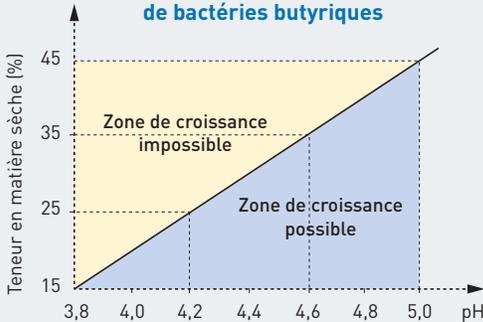
Un pH situé entre 4,5 et 12 n'aura pas d'effet sur la longévité du traitement par galvanisation à chaud. Du fait de cette réaction à son environnement, il n'est pas nécessaire de maîtriser le pH en contact avec la galvanisation.



En milieu d'élevage, des environnements agressifs très acides se dissimulent et nécessitent quelques précautions.

_ **En installation neuve**, le béton est pulvérisé avec une solution acide pH 2 à 3 pour éviter des blessures au bétail et des boiteries.

Influence de la teneur en matière sèche de l'ensilage sur le pH inhibant la croissance de bactéries butyriques

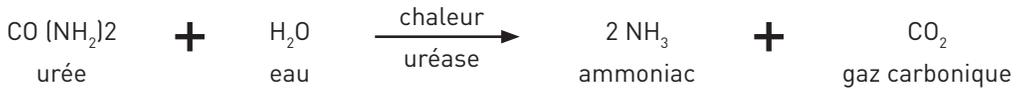


_ **L'ensilage** : pour que la conservation soit optimum, il faut qu'il y ait une montée d'acide sinon la décomposition aérobie de l'ensilage démarre (ensilage de maïs 3,8 à 4,2, de fourrage 4,2 à 4,4).

_ **L'urée** est aussi à prendre en compte à la chaleur, celle du fumier par exemple.

Il convient donc de protéger la galvanisation à chaud avec par exemple une couche de produit de type bitumeux en zone basse ou de contact.

En présence d'**eau** et d'enzyme, appelée **uréase** et s'il fait **suffisamment chaud**, l'urée est hydrolysée en ammoniac gazeux et en gaz carbonique selon la réaction enzymatique simplifiée suivante :



Lorsque l'hydrolyse est complète, une molécule d'urée (c'est-à-dire 60 gr) génère deux molécules d'ammoniac (c'est-à-dire 34 gr).

5 kg d'urée permettent donc de produire 2,83 kg d'ammoniac.

_ **L'ammoniac** est utilisé pour décaper l'oxyde de zinc, rouille blanche qui protège la galvanisation. Ce décapage accélérera le processus de corrosion. Côté chaleur, chaque augmentation de 10°C dans ces conditions double la vitesse de corrosion.

L'installation de protections ou l'application d'un produit spécifique de protection au pied des poteaux, des logettes ou des autres installations, pérennisera vos équipements.





The background is a photograph of an industrial facility, likely a steel mill or fabrication shop. It shows large, rusted steel beams, yellow overhead cranes, and various metal components. A blue, semi-transparent geometric shape, resembling a diamond or a stylized '09', is overlaid on the center of the image. Inside this shape, the number '09' is written in a large, white, sans-serif font.

09

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

A

ACCROCHE

p.76, 77

ACIDE

p.21, 22, 25, 38, 39, 50, 61, 76, 78, 89, 93, 98, 102

ACIER

p.10, 61-63, 66, 78

ADHÉRENCE

p.56, 58, 63, 82, 92, 93

AGRICOLE

p.102, 103

APTITUDE

p.10, 38

ASPECT

p.62, 64

AIR

p.21-23, 90, 97, 98, 101

ALLIAGES

p.56

AMMONIAC

p.89, 103

ARÊTE

p.32

ARGON

p.33

B

BOIS

p.50, 90

BOULONNERIE

p.82-85

C

CALAGE

p.50

CARBONE

p.10, 32, 33, 35, 97, 101

CASSE

p.16,17

CATÉGORIES

p.10, 11, 14, 15, 62, 66

CENTRIFUGATION

p.77

CERCLAGE

p.51

CHAÎNES

p.76, 79

CHANFREIN

p.32

CLASSE

p.10, 97

COLLE

p.39

CONDITIONNEMENT

p.48, 52

CONTINUITÉ

p.60

CONTRAINTE

p.14, 16, 17, 26-28, 40, 60, 72, 73, 83, 84

CONTRÔLE

p.27, 46, 47, 56, 63-65, 67

CORROSION

p.10, 11, 21, 27, 62, 71, 86, 88, 89, 90, 96-101, 103

COUCHES

p.56, 88

CREUSABRO

p.17

CUIVRE

p.90

D**DÉBIT**

p.14, 32

DÉCAPAGE

p.21, 22, 25, 36, 38-41, 61, 71, 76, 78, 103

DÉFORMATION

p.16, 17, 23, 27, 76

DÉGALVANISER

p.78

DILATATION

p.17, 23

DOUBLE TREMPE

p.73

E**ECAILLAGE**

p.11, 57, 59, 62

ELASTIQUE

p.17, 82

ENTERRÉ

p.99

ENVIRONNEMENT

p.97-103

EPAISSEUR

p.11, 15, 32, 35, 56, 61-67, 101

EPARGNE

p.40, 42

ETIQUETTES

p.39

EVENT

p.21, 22, 76

EXPLOSION

p.22, 23

F**FILS**

p.76

FIXATION

p.82-86

FUSION

p.22, 39, 56, 63, 77

G**GRATTON**

p.36, 37

GRAVIMÉTRIQUE

p.63, 64

GRUGEAGE

p.21, 76

H**HUILE DE COUPE**

p.37

HYDROXYDE

p.53, 88, 90, 98

I**INDUSTRIEL**

p.98

INOX

p.35, 86, 87, 90

ISO 1461

p.7, 11, 15, 57, 59, 62, 63, 74, 89

GLOSSAIRE

L

LAMINAGE

p.13

LASER

p.14, 15, 32, 33, 35

M

MAGNÉTIQUE

p.63-65

MANUTENTION

p.27, 53

MARQUAGE

p.38, 39

MARQUE

p.76, 77, 89

O

OXYDE

p.71, 88, 90, 99, 101, 103

OXYGÈNE

p.33, 34

P

PALETTE

p.48

PEINTURE

p.11, 32, 35, 38, 39, 56, 59,
75, 83, 84, 92, 93, 97

PERÇAGE

p.41, 83

PH

p.50, 78, 91, 98-102

PHOSPHORE

p.10, 11, 13, 33, 35, 61, 62

PLASMA

p.14, 32, 35

PLASTIQUE

p.17, 87, 90

POCHE

p.12, 21, 22, 23

POIDS

p.46, 47

PRS

p.11

Q

QUADRILLAGE

p.58, 59

R

RECONDITIONNEMENT

p.59, 74, 75

RENFORT

p.21, 23

RÉPARATION

p.74

RESSUAGE

p.24, 25

RÉTENTION

p.20, 22, 23, 76

S

SANDELIN

p.10, 61

SCORIE

p.71

SENDZIMIR

p.87

SILICIUM

p.10, 11, 13, 33, 35, 61, 62

SILICONE

p.37, 40, 41

SOUDÉ / SOUDER / SOUDURE

p.17, 25, 33-37, 60, 79

SPATULAGE

p.71

STRICTION

p.17

SURCHARGE

p.82

T

TACHE

p.36, 37 41, 50, 51, 70, 71, 88, 89

TRACE

p.13

TROU

p.21, 22, 40, 76

TUBE

p.17, 60

U

URÉE

p.101-103

V

VIS

p.82-87

VOILAGE

p.28

Y

YOUNG

p.16, 17

Z

ZONE

p.17, 20, 21, 23, 26, 32-37, 40, 42, 57-59, 63, 64, 67, 75, 76, 89, 97, 102

10 sites à votre service près de chez vous



France Galva

HENIN-BEAUMONT

437 Chemin de Noyelles
62110 HENIN-BEAUMONT
Téléphone : +33 321 748 760
Télécopie : +33 321 207 554

France Galva

HONNECHY

Champ de la Cheminée
59980 HONNECHY
Téléphone : +33 327 765 360
Télécopie : +33 327 751 623

France Galva

MORHANGE

ZI rue Lavoisier
57340 MORHANGE
Téléphone : +33 387 050 600
Télécopie : +33 387 861 523

France Galva

BACCARAT

10 route de Merviller
54120 BACCARAT
Téléphone : +33 383 751 818
Télécopie : +33 383 753 501

France Galva

SAINT-FLORENTIN

ZI la Saunière – BP70
Siège social
89600 SAINT-FLORENTIN
Téléphone : +33 386 438 201
Télécopie : +33 386 438 210

France Galva

LA GRAND CROIX

801 rue de la Rive
42320 LA GRAND CROIX
Téléphone : +33 477 735 207
Télécopie : +33 477 731 391

France Galva

PLAN D'ORGON

1447 avenue des Vergers
ZI du Pont
13750 PLAN D'ORGON
Téléphone : +33 490 732 311
Télécopie : +33 490 732 212

France Galva

SAINT-SULPICE

ZI des Terres Noires
81370 SAINT-SULPICE
Téléphone : +33 563 402 070
Télécopie : +33 563 419 608

France Galva

SARBAZAN

3031 route de Mont-de-Marsan
CS 50007
40120 SARBAZAN
Téléphone : +33 558 455 304
Télécopie : +33 558 456 891

France Galva

CARQUEFOU

ZI – 4 rue de l'Europe
44470 CARQUEFOU
Téléphone : +33 240 300 011
Télécopie : +33 240 251 221

Un seul mail :

contact@francegalva.fr

www.francegalva.fr



france
galva