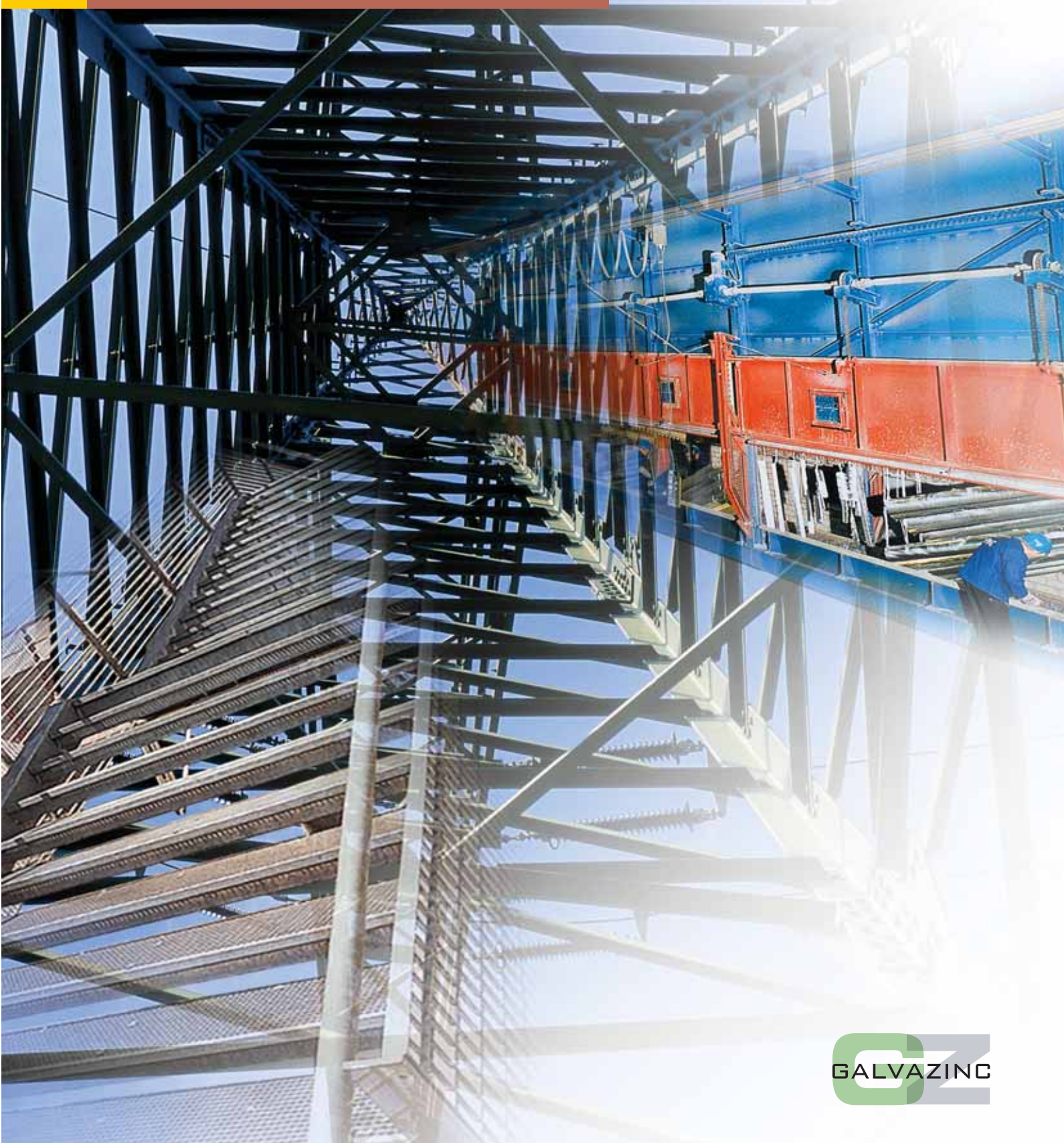


La galvanisation à chaud

Conseils
aux utilisateurs



INTRODUCTION

La technique du procédé de galvanisation à chaud par immersion dans un bain de zinc en fusion offre de nombreux avantages :

- **protection totale intérieure et extérieure des pièces y compris les corps creux, les tubes, etc.**
- **épaisseurs de revêtement en général largement supérieures aux autres procédés d'application, assurant proportionnellement une plus longue durée de vie.**

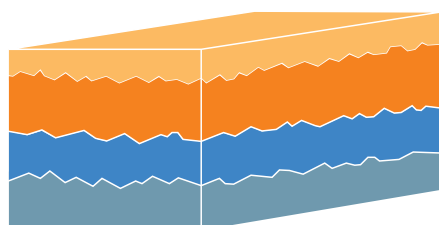


PROCÉDÉS DE PROTECTION ANTICORROSION DE L'ACIER PAR LE ZINC

Procédés	Normalisation	Épaisseur du revêtement (micron)
GALVANISATION À CHAUD		
<i>Immersion de l'acier dans un bain de zinc fondu (t 450°C)</i>		
• Produits finis	NF EN ISO 1461 Épaisseur courante	≥ 85 * 85 À 150 *
• Tôles en continu	NF EN 10142 NF EN 10147 Épaisseur courante	7 à 42 par face 20
• Tubes en continu	NF EN 10240	25 à 55
• Fils en continu	NF A 91-131	4 à 40
PROJECTION THERMIQUE (métallisation)		
<i>Projection de zinc fondu par une flamme ou un arc électrique, à l'aide d'un pistolet, en fines gouttelettes sur la pièce à métalliser</i>		
	NF EN 22063 Épaisseur courante	50 à 200 100
ZINGAGE ÉLECTROLYTIQUE		
<i>Dépôt de zinc par électrolyse sur l'acier placé en cathode</i>		
	NF A 10152 NF A 91-102 Épaisseur courante	2,5 à 10 par face 5 à 25 10 à 15

* En fonction de l'épaisseur et la nature de l'acier.

- **structure du revêtement alliée par diffusion métallurgique, offrant une résistance mécanique incomparable et assurant une très bonne imperméabilité de la protection, qui peut de ce fait rester brute de galvanisation contrairement, notamment, à la métallisation qui nécessite le plus souvent un colmatage.**

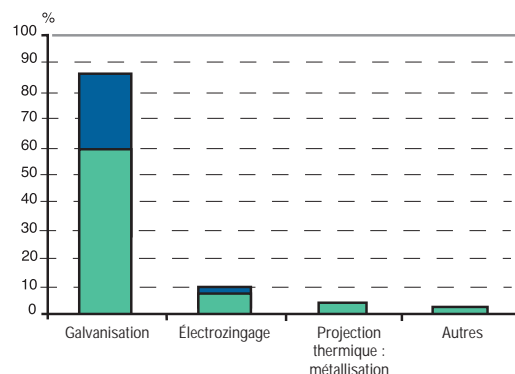


● Base Acier ● 90% Zinc 10% Fer ● 94% Zinc 6% Fer ● 100% Zinc

Répartition de l'utilisation du zinc entre les différents procédés d'application

■ De produits finis
■ En continu

	Couches	Microdureté Vickers
	ETA	70
	DZETA	179
	DELTA	244
	GAMMA	450
	ACIER	159



Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la galvanisation à chaud au trempé soit le procédé d'application le plus utilisé.

Toutefois, la Galvanisation à chaud au trempé a ses propres impératifs :

- a) Les règles de conception pour la galvanisation diffèrent de celles nécessaires pour les autres procédés.
- b) La nature métallurgique des aciers peut influencer les résultats de la galvanisation.

a) La norme NF EN ISO 14713

Dans ses annexes, cette norme fournit des conseils sur la conception des pièces destinées à être galvanisées au trempé selon la norme NF EN ISO 1461. Si la conception des pièces sort des standards, il est conseillé d'associer le galvanisateur dès le début de l'étude.

b) La norme NF A 35-503

Elle définit le degré d'aptitude à la galvanisation des aciers selon leur composition en Si (silicium) et P (phosphore).



LA NORME AFNOR NF 35-503, CE QU'IL FAUT EN RETENIR

	Aspect	Résistance mécanique du revêtement	Masse de revêtement	Utilisation
Classe 1	Excellent	Excellente	Standard, Conforme au minimum de la norme	Recherche esthétique et anticorrosion
Classe 2	Bon	Bonne	Standard, Généralement supérieure au minimum de la norme	Recherche anticorrosion et aspect correct
Classe 3	Moyen	Moyenne	Plus forte pour milieux agressifs	Recherche optimum de protection

Ces éléments sont purement indicatifs.

Les aciers de classe I et classe II sont normalement réactifs : après galvanisation, ils ont un bel aspect uniforme avec des épaisseurs au moins conformes à la norme NF EN ISO 1461.

Les aciers de classe III sont plus réactifs : leur aspect après galvanisation est plus mat, avec possibilité de zones grisées marbrées ou rugueuses sans conséquence sur la tenue à la corrosion. Les épaisseurs atteignent 120 à 200 microns, voire plus. Elles peuvent dépasser 200 microns pour des pièces nécessitant des temps d'immersion plus importants. La durée de vie de ces aciers galvanisés est généralement plus élevée, puisqu'elle dépend de l'épaisseur du revêtement.

Comment libeller vos documents d'achat et d'approvisionnement

EXIGENCE PARTICULIERE :

Ces aciers étant destinés à la galvanisation, les teneurs en silicium et phosphore devront être conformes à la classe...(*)... de la norme NF A 35-503 en vigueur. Un certificat de réception 3.1A ou 3.1B selon la norme NF EN 10204, fourni lors de la livraison, confirmera le respect de la présente exigence.

(*) Classification des aciers suivant leur teneur en silicium et en phosphore

Élément %	Classe I	Classe II	Classe III
Si	≤ 0,030	≤ 0,040	0,15 ≤ Si ≤ 0,25
Si +2,5 P	≤ 0,090	≤ 0,110	≤ 0,325

Par accord à la commande, l'analyse sur produit peut être effectuée et des certificats d'usine obtenus.

CONSEILS - CONCEPTION - RÉALISATION EN RÉSUMÉ

- On peut galvaniser tous les aciers doux et certains aciers faiblement alliés, **s'ils entrent dans le cadre de la norme NF A 35-503.**
- On peut galvaniser les fontes et les aciers moulés avec des préparations de surface adaptées.
- La galvanisation **ne modifie** généralement **pas** les caractéristiques de l'acier.
- Pour les aciers (HR) à haute résistance ou à dureté élevée, **consulter un spécialiste** pour éviter tout risque de fragilisation par l'hydrogène, des solutions existent.
- **Ne pas dépasser les limites de déformation à froid des aciers (nuance/épaisseur) ; un écrouissage excessif pourrait fragiliser la pièce. La galvanisation, dans ce cas, jouerait un rôle de révélateur de cette fragilisation.**
- La galvanisation **ne corrige pas les défauts d'aspect** du métal de base tels que criques, pailles, stries, peau d'orange etc., mais elle les reproduira. La galvanisation révélera dans certains cas les défauts cachés du métal de base.
- On peut galvaniser des pièces de formes, de tailles et de poids divers. En cas de fabrication inhabituelle, **ne pas hésiter à consulter un industriel galvanisateur ou Galvazinc Association.**
- Suivre les instructions de conception relatives aux événements dans les corps creux.
- Sur les pièces filetées, créer un jeu supplémentaire égal à 4 fois l'épaisseur **du revêtement.**
- Sur toutes les surfaces de raccordement, créer un jeu supplémentaire d'environ 1 à 2 mm.
- Ne pas essayer de galvaniser des pièces soudées à l'aide d'alliages à bas point de fusion : ils se détruiront.
- Lors du soudage, n'utiliser de produits anti-projection **qu'après avoir vérifié qu'ils n'empêchent pas la galvanisation.**
- Éliminer le sable de moulage sur les pièces moulées par grenailage, car la galvanisation ne s'opère pas sur le sable.
- Éviter si possible les surfaces qui se recouvrent. À défaut, suivre les instructions relatives aux événements.
- Penser à définir **les points d'accrochage** d'une pièce, afin d'assurer sa manutention.
- Éviter les pièces très rigides sur un seul plan qui peuvent se déformer.
- Éviter les grandes surfaces de tôles minces non renforcées qui risquent de se déformer.
- Éviter les salissures tels que graisses, peintures, vernis, laitiers de soudure, antigraats comportant des silicones ne pouvant disparaître lors du cycle normal de préparation de surface du galvanisateur. Il sera nécessaire de les éliminer par un moyen adapté.
- Repérer les pièces par poinçonnage à froid ou étiquetage métallique, prohiber les marquages autocollants, stylos, peintures indélébiles, etc.

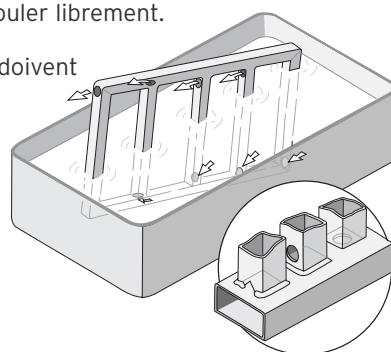
CONCEPTION DES PRODUITS A GALVANISER

Règle fondamentale

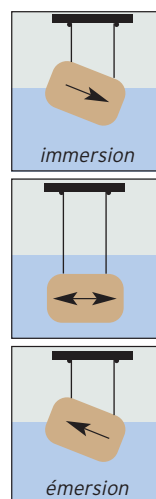
Libre circulation de l'air, des fluides de préparation de surface et du zinc en tous points de la pièce

La méthode par immersion dans un bain de zinc fondu à 450°C nécessite des dispositifs d'évacuation des liquides et des gaz. Le zinc doit pouvoir s'écouler librement.

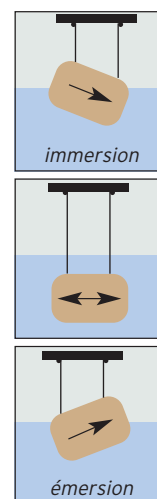
Des orifices de drainage doivent être positionnés selon la méthode d'immersion / émergence du galvanisateur.



Méthode la plus courante, l'émergence s'opère dans le même sens que l'immersion.



Méthode plus rare, l'immersion s'opère dans le sens opposé de l'émergence.

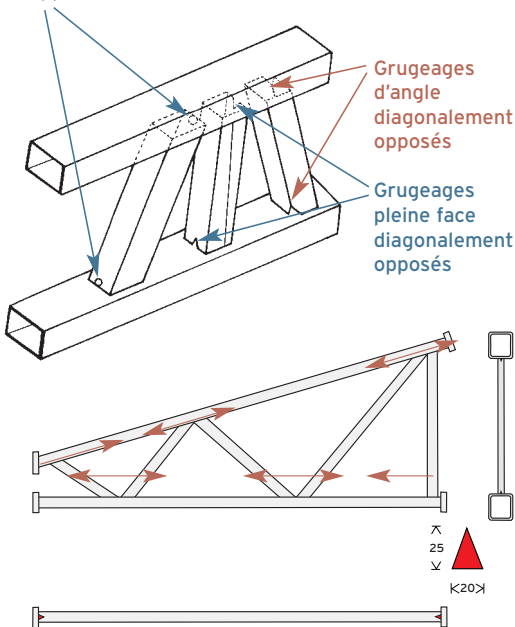


CORPS CREUX

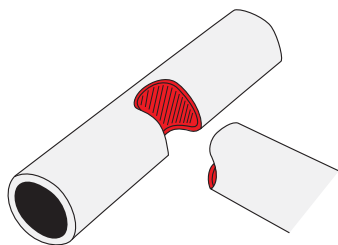
DIAMÈTRE DE PERÇAGE			
Profil tubulaire dimension en mm		Ø en mm trous à chaque extrémité	
●	■	■	■
inférieur à			
20	20	30 x 15	10
30	30	40 x 20	12
40	40	50 x 30	14
50	50	60 x 40	16
60	60	80 x 40	20
80	80	100 x 60	20
100	100	120 x 80	25
120	120	160 x 80	30
160	160	200 x 120	30*

*au-delà, consulter votre galvanisateur.

Perçages tangentiels à la soudure diagonalement opposés d'un Ø minimum de 12 mm



Les trous borgnes sont à éviter.



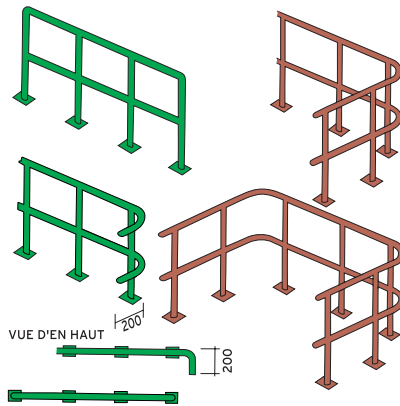
REMARQUE :

Pour favoriser une bonne finition, l'immersion des pièces se fait à l'envers de leur position fonctionnelle. Veillez à prévoir les grugeages en conséquence.

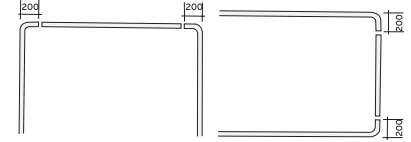
Constructions tubulaires

conseillée

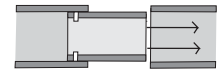
déconseillée



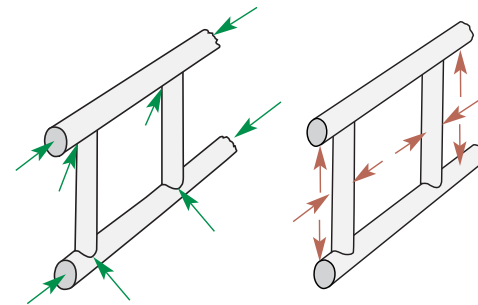
SOLUTION : CONSTRUCTIONS TUBULAIRES



EXEMPLE DE LIAISON

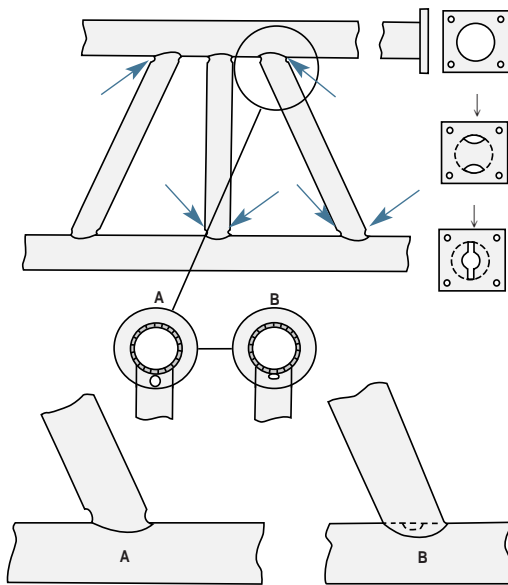


Disposition des trous



conseillée

déconseillée

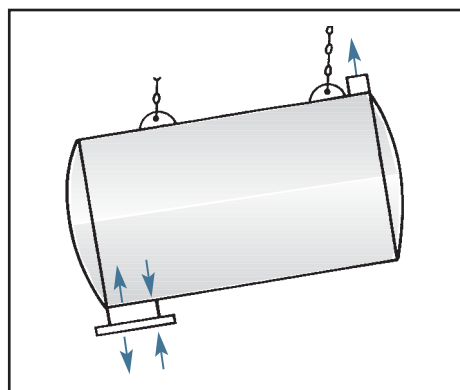
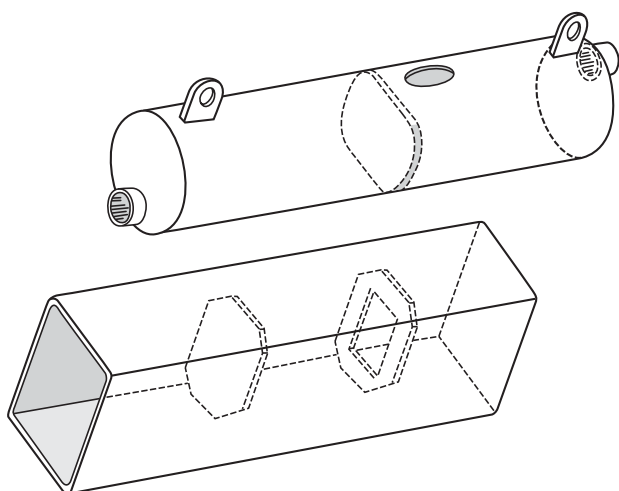


La flèche indique l'emplacement des trous de circulation des fluides de préparation de surface et du zinc fondu.

conseillée

déconseillée

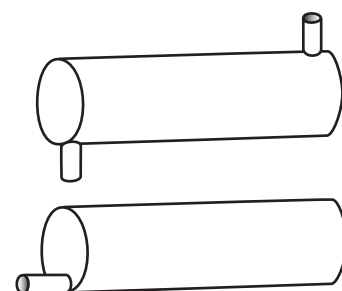
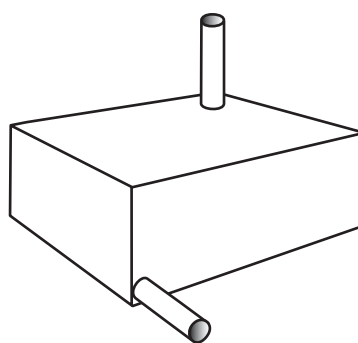
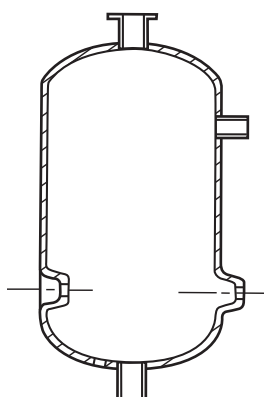
CYLINDRES, RÉSERVOIRS



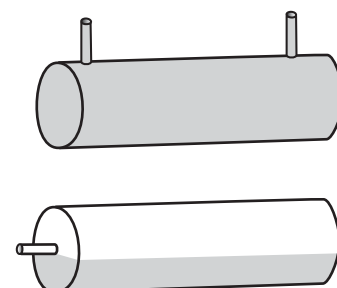
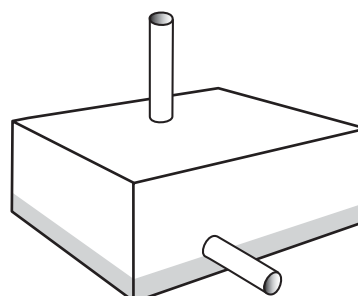
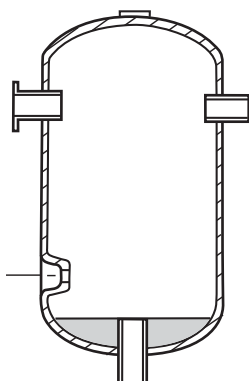
NOTE : Les dispositifs d'évacuation des gaz seront diamétralement opposés et mesureront au minimum 50 mm de diamètre. Les cloisons intérieures seront grugées en haut et en bas et les parties grugées seront visibles par un orifice de contrôle. En plus de l'orifice d'évacuation indiqué sur la figure, il est nécessaire de prévoir pour les grands réservoirs un trou d'homme de taille appropriée – consulter un galvanisateur sur la taille de ce trou d'homme. Incorporer des anneaux d'accrochage capables de résister au poids du zinc en fusion présent à l'intérieur du cylindre lors du retrait.

NOTE : En présence de protubérances internes, prévoir un trou de vidange lors de la fabrication de la pièce ; celui-ci peut être bouché après galvanisation si nécessaire.

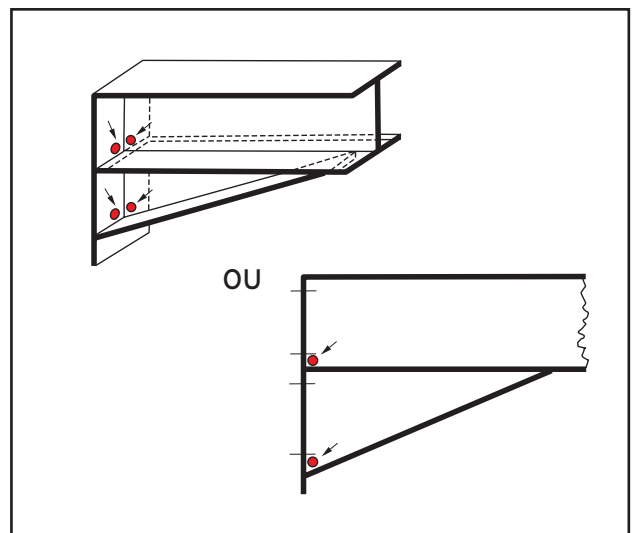
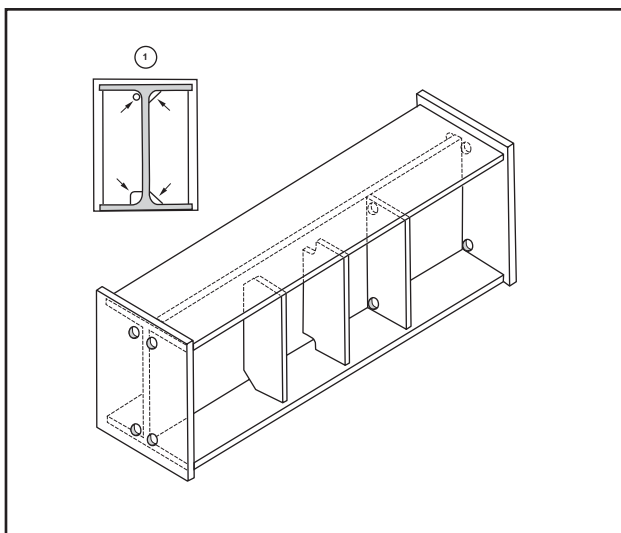
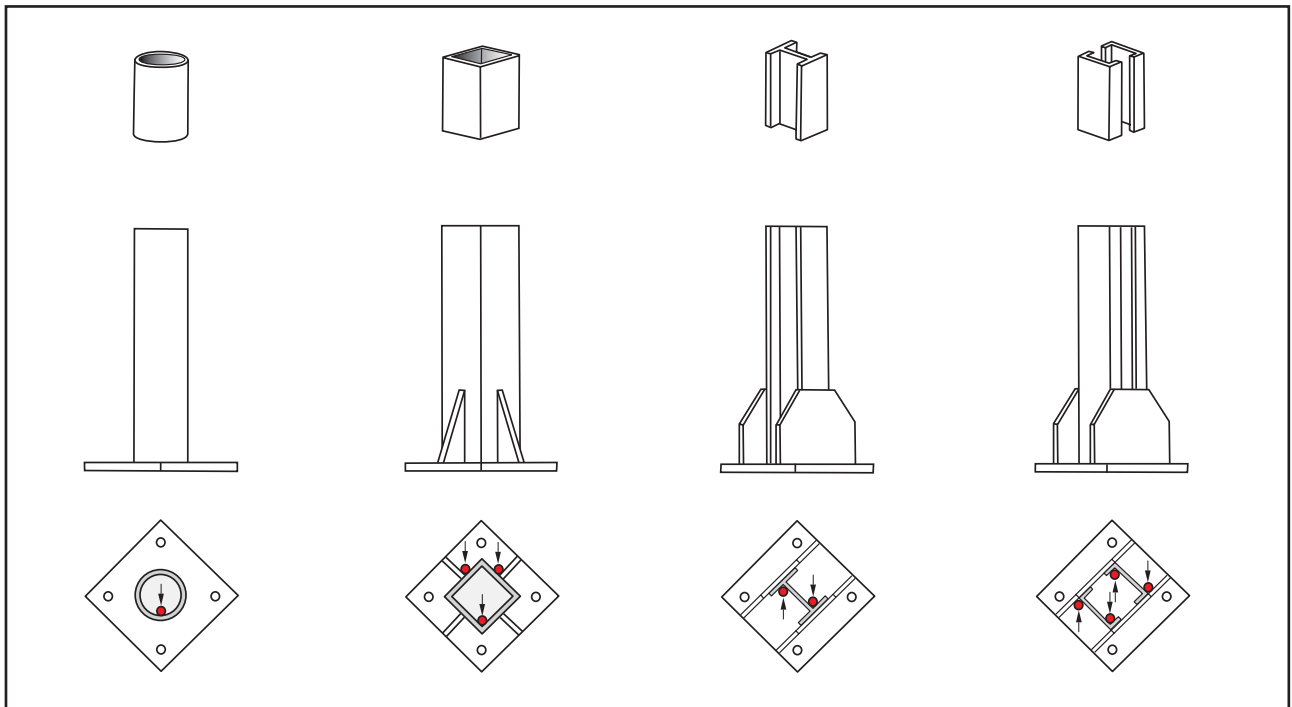
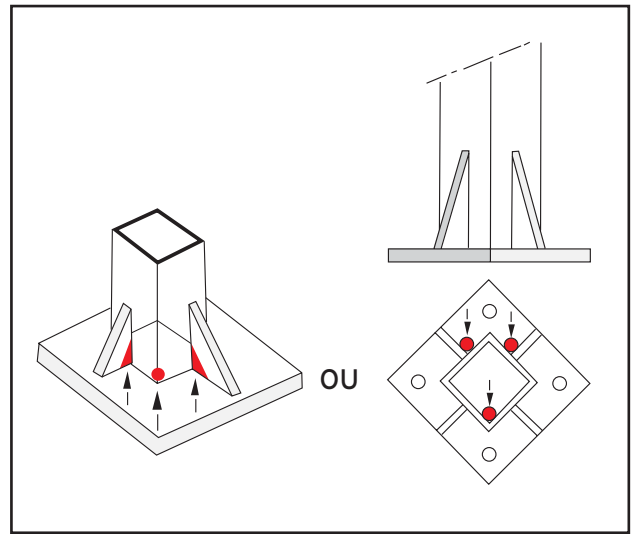
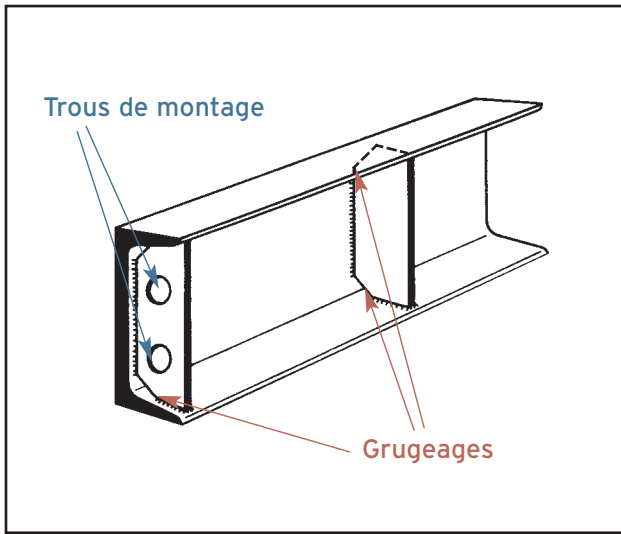
recommandé



déconseillé



CONCEPTION POUR ÉVACUATION DES LIQUIDES ET DES GAZ



ASSEMBLAGE DES PIÈCES

Bien que les dimensions des bains de galvanisation permettent de galvaniser régulièrement des longueurs de 15 à 17 m et, dans des cas particuliers, jusqu'à 20 m, il vous sera parfois nécessaire de prévoir des assemblages.

Assemblage mécanique (rivets, boulons)

Privilégiez autant que possible **les modes d'assemblages mécaniques** au mode d'assemblage par soudage.

Il est **fortement déconseillé** de faire galvaniser des **pièces préalablement assemblées** par rivetage ou boulonnage.

Il est **conseillé** d'utiliser des boulons et des rondelles galvanisées à chaud selon le même procédé (NF EN ISO 1461), des épaisseurs de revêtement équivalentes donnant des durées de vie du même ordre que celles des éléments de structure. Ceci est également valable pour tous les accessoires de quincaillerie et autres composants métalliques. D'autres procédés d'application de zinc existent en effet, avec des épaisseurs sensiblement moins élevées, destinées à des applications moins sévères.

Les trous pour les passages de boulons, rivets ou axes, doivent être alésés avant galvanisation avec un jeu de 1 à 2 mm. Les trous filetés devront être soit taraudés, soit retaraudés après galvanisation.

Les écrous sont le plus souvent filetés après galvanisation. L'absence de zinc sur le filetage de l'écrou ou du trou fileté ne nuit pas à sa protection qui sera apportée par la vis mâle galvanisée, et qui jouera au serrage le rôle de protection cathodique.

Si au serrage vous rencontrez un blocage, du bisulfure de molybdène MoS₂ (Molyslip) ou de la cire d'abeille permettront de résoudre ce problème.

Aujourd'hui, la disponibilité des boulons galvanisés ne pose plus de problèmes, y compris pour les boulons à serrage contrôlé HR.

Assemblages mécaniques travaillant au frottement

Des assemblages travaillant au frottement avec l'acier galvanisé sont possibles. Le coefficient de frottement est relativement bas. Toutefois, des solutions existent pour obtenir des niveaux satisfaisants. Pour plus d'information, consultez l'Association des galvanisateurs.

Assemblage par soudage

Autant il est déconseillé d'assembler mécaniquement avant galvanisation, autant il est **conseillé d'opérer les soudures et découpes au chalumeau avant** que la structure ne soit galvanisée.

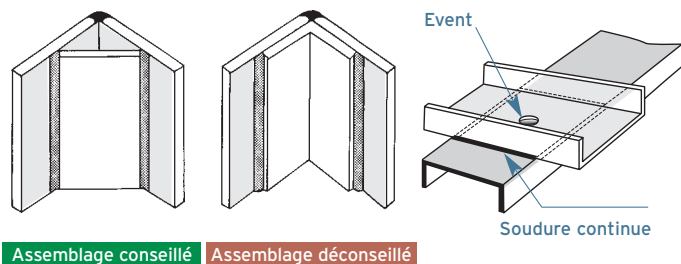
Soudage avant galvanisation

Le revêtement de galvanisation prendra sur la soudure aussi bien que sur le reste de l'acier.

■ Il est toutefois **conseillé** d'utiliser un métal d'apport ayant des caractéristiques chimiques aussi proches que possible du métal de base. Si la composition est très différente, l'épaisseur de revêtement sur la soudure sera en général plus forte. La température de soudage peut parfois provoquer un changement dans la structure de l'acier et donner un aspect différent autour de la soudure.



Source : Institut de Soudure



Les cordons de **soudure** devront être **continus**.

Dans le cas de pièces en étroit contact :

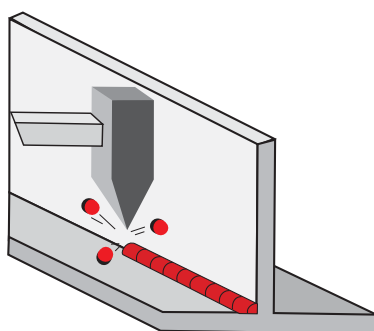
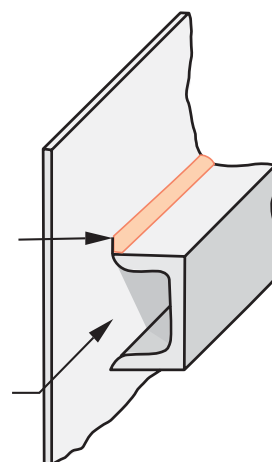
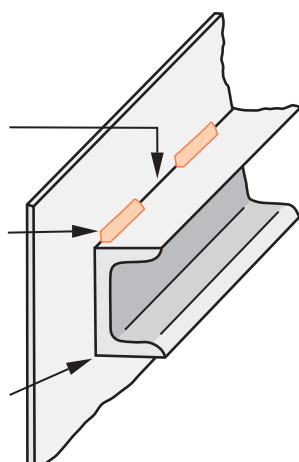
■ permettre la **libre circulation** des fluides et du zinc ;

■ en cas d'impossibilité, pratiquer un ou plusieurs **trous d'évent**.

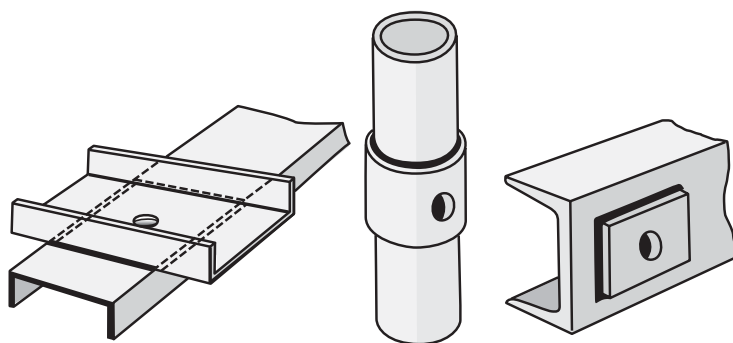
déconseillé

conseillé

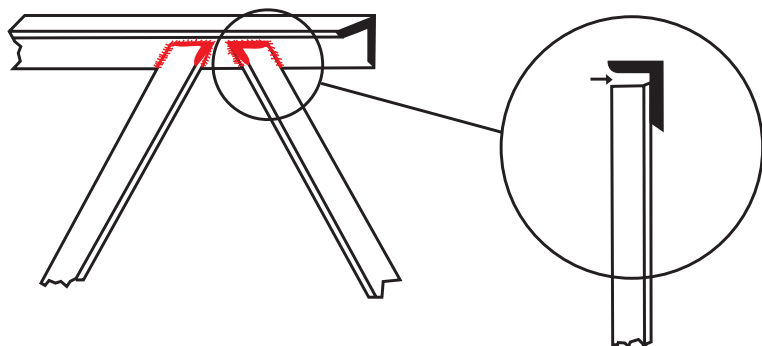
Les cordons de soudure doivent être continus, étanches et sans cratère afin d'éviter des ressuyages de fluides de préparation de surface, avec des risques de manque de revêtement de galvanisation.



Le laitier et les projections de soudure doivent être éliminés. Dans le cas d'utilisation de produits destinés à empêcher l'adhérence de projections (anti gratons), ceux-ci doivent être notamment exempts de silicones qui nuiraient à la galvanisation. Un test préalable de compatibilité du produit est conseillé.



Les assemblages soudés doivent être conçus pour éviter le risque de déformation des pièces pouvant aller jusqu'à l'éclatement. Il est conseillé de prévoir des perçages d'évents sur l'une ou l'autre des pièces.



Exemple de soudures en retrait

Pour des assemblages en étroits contacts (raidisseurs, renforceurs), les montants et diagonales doivent être soudés en retrait pour permettre la libre circulation des fluides et du zinc, et éviter des ressuyages et des zones non ou mal protégées.

PRÉCAUTIONS POUR ÉVITER LA DÉFORMATION

Dans le cas d'assemblages mécano-soudés d'éléments d'épaisseurs différentes, des déformations, généralement torsion ou flèche, provenant des différences de vitesses d'échauffement et refroidissement, peuvent apparaître.

Il est préférable de galvaniser ces éléments avant assemblage. Celui-ci peut être réalisé ensuite par soudage et reconditionnement (voir notre fiche sur le reconditionnement) ou au moyen de rivets ou de boulons galvanisés.

De même, des déformations à la température de galvanisation peuvent être engendrées par la libération de tension de soudage.

Il y a un intérêt à prévoir l'exécution des soudures selon certaines règles pour équilibrer ces tensions.

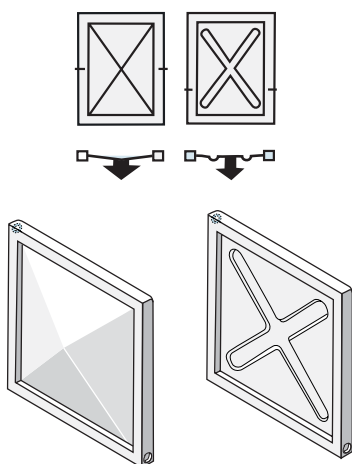
Déformations

Les déformations éventuelles de matériel sont pratiquement toujours dues :

- à la libération des tensions existantes ou créées dans l'acier (soudage, laminage, formage) ;
- aux contraintes de dilatation produites par la galvanisation à 450°C d'assemblages de produits présentant de forts écarts d'épaisseur ;
- aux assemblages nécessitant des vitesses d'immersion différentes.

Ceci peut être évité :

- par une symétrie dans la conception de la pièce et dans l'ordre d'assemblage des éléments qui la composent ;
- par une conception permettant une immersion rapide dans le bain de zinc.



Chaque fois que possible, utiliser un renfort sous forme de pointes de diamant, de nervures ou d'omega.

Dans le doute, demander des conseils de conception à votre galvanisateur.

Soudage après galvanisation

■ Bien qu'il soit **souhaitable d'éviter les soudures après galvanisation** pour ne pas créer de ruptures de protection dans la zone de soudure, cette méthode est parfois utilisée lorsque les structures sont trop grandes (>20m) pour entrer dans les bains de galvanisation (ouvrages d'art) ou pour des ensembles composés d'éléments très disparates, notamment en épaisseur, qui pourraient se déformer lors de la galvanisation. Il est parfaitement possible de souder des aciers galvanisés avec des propriétés mécaniques identiques aux soudures sur acier brut. Il sera nécessaire de procéder après élimination du laitier de soudure à un reconditionnement efficace, qui consiste à reconstituer la protection de la zone de soudage en vous reportant à notre fiche "recommandation pour un reconditionnement de qualité".

CONSEILS POUR SOUDER L'ACIER GALVANISÉ

- Utilisez l'un des procédés traditionnels de soudage par fusion.
- Attendez-vous à plus de projections avec un soudage au CO₂.
- Attendez-vous à une vitesse de soudage plus lente.
- Utilisez un espace légèrement plus large que la normale pour obtenir une pénétration optimale.
- Utilisez une tension plus basse et une longueur d'arc plus courte que la normale.
- Faites des mouvements avant, arrière pour fusionner le zinc.
- Nettoyez la surface soudée et réparez le revêtement (voir notre fiche "recommandation").

Il est possible de provoquer des zones d'épargnes de galvanisation dans la zone de soudage. Avant galvanisation, des enduits sont à appliquer dans ces zones. Rapprochez-vous des professionnels de la galvanisation qui vous renseigneront sur cette question.

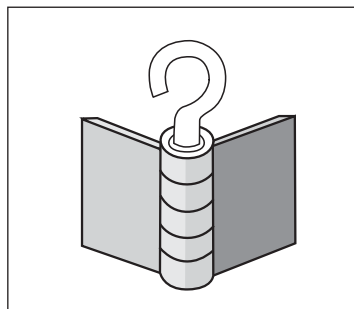
Assemblage par collage

Cette technique n'est pas encore très répandue. Elle est utilisée dans certaines applications (assemblage automobile). Elle implique des contraintes d'application spécifiques qu'il y a lieu d'étudier avec les spécialistes du collage.

Pièces mobiles

Dans le cas de pièces comportant des parties mobiles démontables, celles-ci peuvent être galvanisées séparément en prévoyant le jeu suffisant des parties femelles des articulations pour tenir compte de l'épaisseur du revêtement.

Il est préférable d'éviter des ensembles comportant des parties mobiles non démontables (portières, trappes, verrous) qui risquent après traitement de galvanisation de se trouver soudées par le zinc. Si toutefois ceci était inévitable, étudiez ce cas avec le galvanisateur.



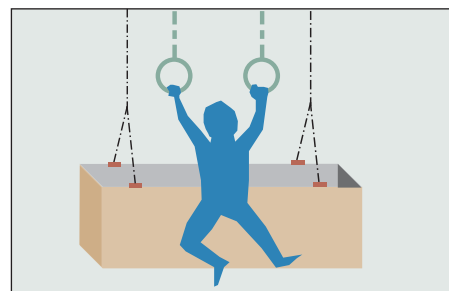
MANUTENTION - STOCKAGE

Manutention

Pour être galvanisés, les éléments doivent être accrochés au moyen de levage par des fils d'attache, chaînes...

Le galvanisateur pourra utiliser les orifices d'accrochage qui existent de par la conception même de la structure métallique à galvaniser.

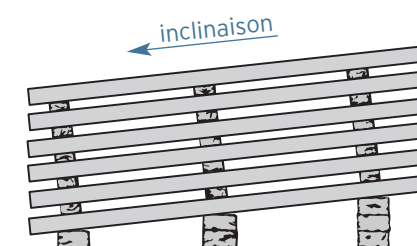
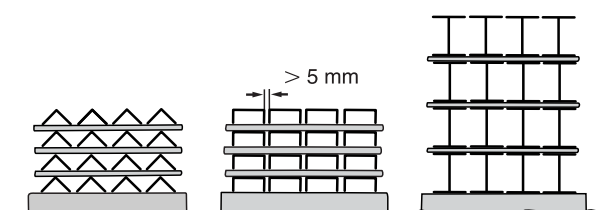
Dans le cas de profilés ou de pièces sans orifice, il y aura lieu de prévoir, **soit des trous de 10 mm** minimum à chaque extrémité, soit pour les matériels lourds, **des anneaux de levage soudés**. Le positionnement des trous et des anneaux de levage peut influencer la qualité de la galvanisation. Aussi est-il prudent de contacter le galvanisateur avant de les positionner.



Stockage

L'emprisonnement d'eau ou d'humidité sur des aciers galvanisés peut entraîner un phénomène de taches d'humidité (rouille blanche). Pour l'éviter, la conception des pièces et / ou le stockage devront permettre une libre circulation de l'air entre les surfaces, comme le représentent les schémas ci-contre. **Veillez vous reporter à notre fiche "recommandation" pour plus de précision sur ce sujet.**

Dans le cas d'utilisation de bois de calage, utiliser de préférence **des bois blancs sans tanin, ou des bois étuvés.**





**Association française pour le développement
de la galvanisation à chaud, fondée en 1956.**

**Organisme professionnel garant de la qualité
et de l'image de la galvanisation à chaud.**

**Membre de l'association européenne
des galvanisateurs (EGGA),
mène à ce titre des activités au niveau européen.**

**Anime et fédère des actions dans les domaines :
technique, environnement, marketing.**

**Participe à l'élaboration
des normes européennes et veille à leur respect.**

**Offre son concours et son expertise
aux prescripteurs, concepteurs,
utilisateurs et industriels.**

**Participe à la rédaction des cahiers
des charges, recommande les règles
à respecter pour une qualité optimale.**

Cette brochure vous est offerte par :

membre de Galvazinc association

G A L V A Z I N C A S S O C I A T I O N

16, rue Jean-Jacques Rousseau - 92138 Issy-les-Moulineaux - Cedex France

Tél. : +33 (0) 1 55 95 02 02 - Fax : +33 (0) 1 55 95 02 00

e-mail : info@galvazinc.com - site : www.galvazinc.com

