

CONSTRUIR **ACIER**

LES JOURNÉES TECHNIQUES

Construire en
acier garantit
le futur



Notre force :

**LA DIVERSITÉ DES SOLUTIONS,
LA MULTITUDE DES ACTEURS**

Qui sommes nous ?

- Des fabricants d'acier et de produits acier
- Des transformateurs et distributeurs d'acier
- Des constructeurs métalliques et métalliers
- Des fabricants de protection anticorrosion
- Des applicateurs de protection anticorrosion (peintres et galvanisateurs)
- Des organismes professionnels regroupant ces acteurs (syndicats, associations, centre techniques)



La filière acier construction



175 000 emplois



20 000 sites



40 Mrd de CA

SOMMAIRE :

- I / La filière, les structures professionnelles
- II / Les solutions pour pérenniser les aciers
- III / Les atouts de l'acier pour la pérennité
- IV / Réussir sa construction acier

I / La filière, les structures professionnelles

La filière acier



II / Les solutions pour pérenniser les aciers

Protection avant
mise en forme,
effectuée chez
le sidérurgiste

ANTICORROSION :

Galvanisation selon
EN ISO 10346

Primaire anticorrosion

FINITION

prélaquage/prépeint

Opérations effectuées avant mise en forme

- Galvanisation en continu : trempage dans un bain de Zinc ou d'alliage de Zinc (Zn+Alu ou Zn+Mg) en fusion
 - Peinture :
 - application de peinture **liquide** « prélaquage »
- Procédé en continu : 1 ou plusieurs couches

Combinaison des protections : Duplex

➔ **S'applique sur des demi-produits (tôles, produits plats)**

Protection avant
mise en forme,
effectuée chez
le sidérurgiste

ANTICORROSION :

Galvanisation selon
EN ISO 10346

Primaire anticorrosion

FINITION

prélaquage/prépeint

Galvanisation effectuée
chez le sidérurgiste, dès
la fabrication de l'acier
sous forme de bobine.

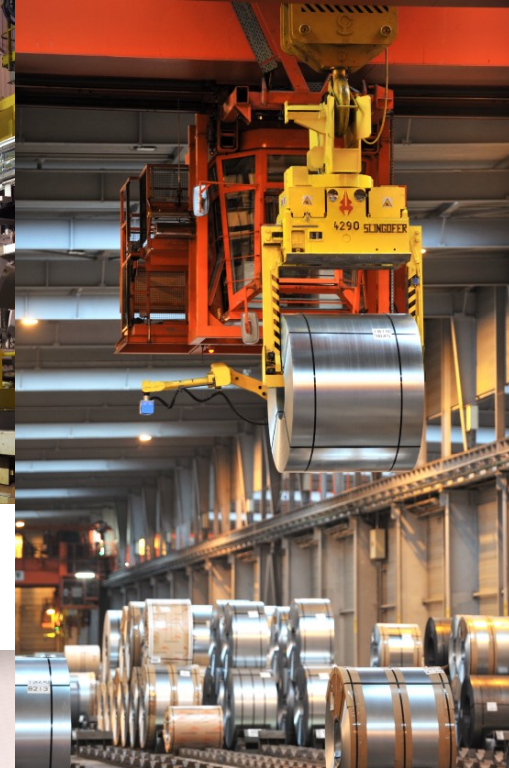
La bobine est déroulée,
puis trempée dans le
bain de Zinc et peinte
avant mise en forme
pour l'esthétique et la
protection anticorrosion



Ligne de galvanisation à chaud en continue

Les étapes du process de fabrication

- Recuit de l'acier
- Préparation de surface
- Trempage dans l'alliage en fusion
- Refroidissement
- Huilage ou autre produit de surface
- Enroulement et emballage



Ligne de laquage

Les étapes du process
de fabrication

Dégraissage
Rinçage
Dépose du primaire
Séchage/cuisson
Dépose de la finition
Séchage/cuisson
Refroidissement à l'eau
Enroulement et
emballage



Protection après fabrication

ANTICORROSION :

Galvanisation

Métallisation

Primaire
anticorrosion
(poudre ou liquide)

FINITION

Laquage

Thermolaquage

Opérations effectuées **après préparation des pièces / des produits de construction**

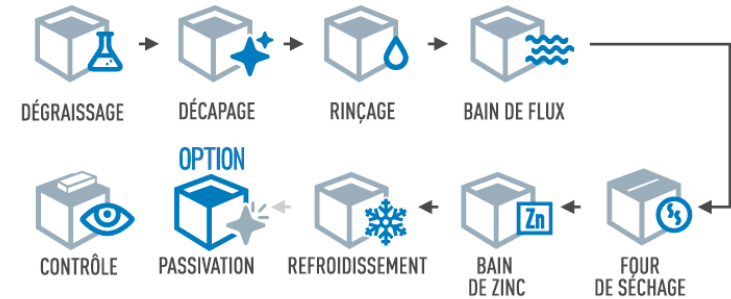
- Galvanisation : immersion / trempage dans un bain de Zinc en fusion => constitution d'un alliage
- Métallisation : application de métal (zinc/alu) en fusion => revêtement en surface
- Peinture – 2 solutions : sur acier brut, galvanisé, métallisé
 - application de peinture **liquide** « Laquage »
1 ou plusieurs couches
 - application de peinture **poudre**, « Thermolaquage »
1 à 3 couches

Combinaison des protections : Duplex

→ **S'applique sur produits finis**

La galvanisation à chaud – NF EN ISO 1461

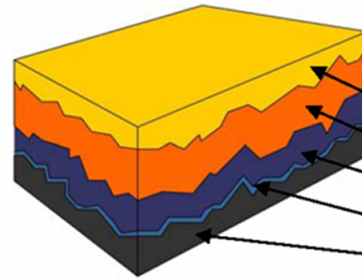
Les étapes du process



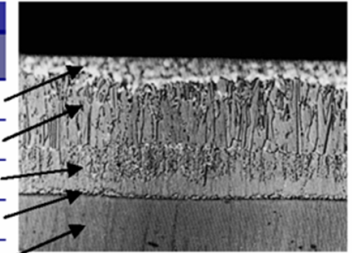
La galvanisation à chaud – Les étapes du process



Normes NF EN ISO 1461 & NF EN ISO 14713
Aciers conformes à la norme NF A 35503
Application de 45 à + 200 μm



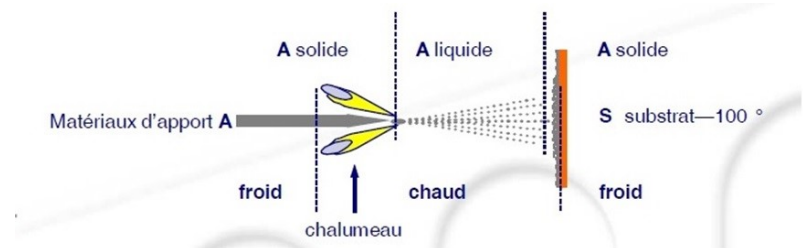
Couches d'alliages			
Nom	Zinc (%)	Fer (%)	Microdureté Vickers
η (eta)	≈ 100	$< 0,03$	70
ζ (dzeta)	94 à 95	5 à 6	179
δ (delta)	88 à 93	7 à 12	244
γ (gamma)	72 à 79	21 à 28	450
Acier	0	≈ 100	159



La métallisation



PROCESS : application de zinc ou d'alliage de zinc / alu en fusion à l'arc électrique

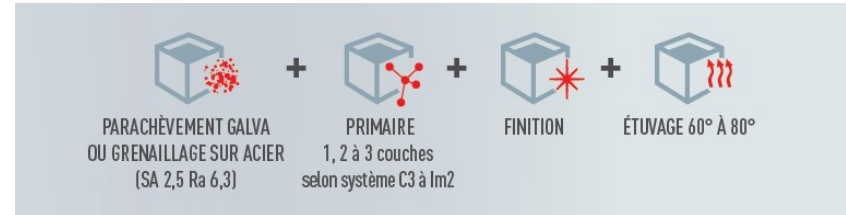


La métallisation



- ✓ Norme EN ISO 2063 :
 - ✓ Préparation de l'acier Sa3
 - ✓ Application de 50 à +250 μm d'alliage (Zn, Al, Zn-Al)

La peinture liquide / laquage



La peinture liquide / laquage

Vidéo

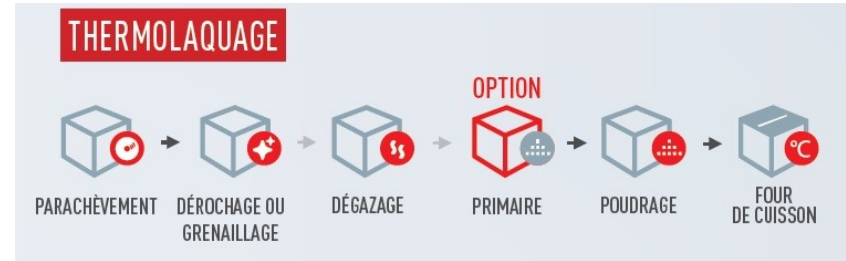


Normes NF EN ISO 12944

Certification



La peinture poudre / thermolaquage



La peinture poudre / thermolaquage



| Norme NF EN ISO 12944

| Label



Label qualité international pour l'acier peint

Synthèse des procédés

	Protection avant fabrication /assemblage des ouvrages	Protection sur pièce /ouvrage finis
Où ?	Chez le sidérurgiste	Chez le sous-traitant en traitement de surface (galvanisateur, peintre en atelier ou sur site)
Quoi ? / Type de protection	Anticorrosion Esthétique Tenue aux UV	Anticorrosion Esthétique Tenue aux UV Milieu agressif : salin, acide Résistance au feu
Comment ?	Sur l'acier en bobine Galvanisation en continu selon EN ISO10346 Thermolaquage en continu (prélaquage)	Sur les pièces déjà mises en forme Galvanisation au trempé, selon EN ISO 1461 Métallisation selon EN ISO 2063 Peinture liquide (laquage), selon EN ISO 12944 Peinture poudre (thermolaquage) EN ISO 12944 et EN ISO13438 sur acier galvanisé

Synthèse des procédés

Conception des pièces	Pièces découpées, produits plats	Selon EN ISO 14713 pour la galvanisation
		Selon EN ISO 12944-3 pour la peinture
		A respecter par le constructeur métallique
Préparation des pièces		Selon EN ISO 8501-3 pour tous traitements de surface
		A respecter par le constructeur métallique
Retouches, reprises, finition	Possibilité d'un post laquage après fabrication.	En cas de modification des pièces au montage, possibilité de faire une reprise sur site ou une peinture complète.
Label / Garantie	Des garanties sur les bobines avant transformation par les sidérurgistes.	Certification ACQPA pour les opérateurs (grenailleur, peintre) OHGPI : office d'homologation des garanties Labellisation des ateliers Qualisteelcoat Des garanties avec assurance sur différents substrats via Qualisteelcoat

A retenir

| L'obtention d'un bon traitement de surface dépend avant tout de la prise en compte de celui-ci en amont.

Un traitement de surface est adapté à l'environnement d'exposition des pièces (catégories de corrosivité).

La conception des pièces doit être prise en compte dès le départ.

La bonne tenue d'un revêtement dépend avant tout de la préparation de surface.

Le choix d'un revêtement s'effectue selon des attentes esthétiques et en termes de durabilité.



III / Les atouts de l'acier pour la pérennité

IL RÉSISTE AUX
AGRESSIONS DU
TEMPS ET DE
L'ENVIRONNEMENT



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement

- ✓ L'acier peut-être protégé contre les agressions multiples
- ✓ L'acier résiste au temps et à tous les temps (neige, vent)
- ✓ Il est utilisé dans les environnements les plus extrêmes

En chiffres :

La corrosion
annuelle = 3%
du PIB



Les catégories de corrosivité :

CLASSE	CORROSIVITE	ENVIRONNEMENTS TYPES	
		INTERIEUR	EXTERIEUR
C1	TRES FAIBLE	Espaces chauffés à faible humidité et à faible pollution (bureaux, école,,)	Zone sèche ou froide, environnement très peu pollué et avec très courte durée de persistance d'humidité
C2	FAIBLE	Espaces non chauffés à température et humidité relative variables (salle de sport)	Environnement très peu pollués, zones rurales
C3	MOYENNE	Espaces avec fréquence modérée de condensation et de pollution (usines agro, blanchisseries)	Atmosphères urbaines, industrielles moyennement polluées et zones côtières à faible salinité
C4	ELEVEE	Bâtiments ou zones avec condensation et pollution sévère à fréquence élevée (usine chimique, piscine)	Zones urbaines et industrielles polluées, zones côtières sans projection d'eau de mer ou sel

Les catégories de corrosivité

CLASSE	CORROSIVITE	ENVIRONNEMENTS TYPES	
		INTERIEUR	EXTERIEUR
C5	TRES ELEVEE	Espaces à très forte pollution provenant du process et/ou avec fréquence très élevée (mines)	Environnement atmosphérique très pollué et/ou effet important des chlorures (zones côtières)
CX	EXTREME	Espaces avec condensation quasi permanente ou exposition prolongée aux effets extrêmes de l'humidité et/ou à forte pollution par le process	Zones avec très longue persistance de l'humidité sur les surfaces, environnement très pollué en SO ₂ , zones industrielles extrêmes, zones côtières et au large des côtes



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement - EXEMPLES



Passerelles ou refuges de haute montagne



Pylônes de remonte pente

Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement

- ✓ L'acier est protégé contre la corrosion / ne rouille plus
- ✓ L'acier résiste au feu (moyens passifs et actifs, flocage, peinture intumescente, galvanisation)
- ✓ L'acier est stable aux UV

En chiffres :

La corrosion
annuelle = 3%
du PIB



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement - EXEMPLES



Passerelle du Mont Saint-Michel



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement

- ✓ L'acier résiste aux chocs, bonne résistance mécanique
- ✓ L'acier résiste en zones de marnage, aux phénomènes de marées
- ✓ L'acier résiste aux agressions microbiennes/microorganismes
(pollution vertes : algues, lichens, pollutions rouges : champignons)

En chiffres :

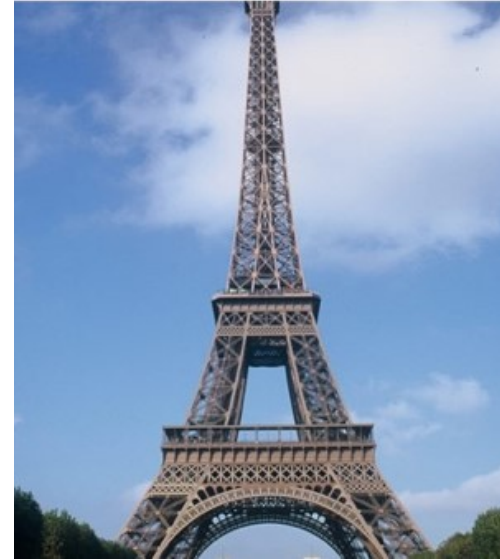
La corrosion
annuelle = 3%
du PIB



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement - EXEMPLES



Cité de la voile Eric Tabarly



Tour Eiffel



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement - EXEMPLES



Viaduc de Garabit - 130 ans



Viaduc du Viaur - 117 ans



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

- ✓ Performance des systèmes en Peinture liquide
- ✓ Peinture poudre, tenue UV haute durabilité
- ✓ Performance de la Galvanisation (épaisseur de Zn)
- ✓ Impact des Epaisseurs d'acier (Eurocode 3)



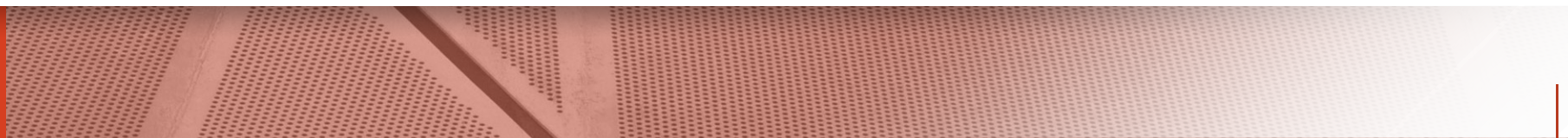
Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

- ✓ Performance de la Métallisation
- ✓ Performance des Systèmes duplex
- ✓ Effet des solutions Intumescentes / flocages / galvanisation pour optimiser la tenue au feu
- ✓ Résistance aux graffitis



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

- ✓ Adhérence des revêtements (préparation de surface, ...)
- ✓ Durabilité des systèmes de protection > 25/30 ans
- ✓ Il permet au béton de tenir dans le temps (ex des ronds à béton galva)
- ✓ Acier à résistance améliorée à la corrosion (autopatinable, de type corten)



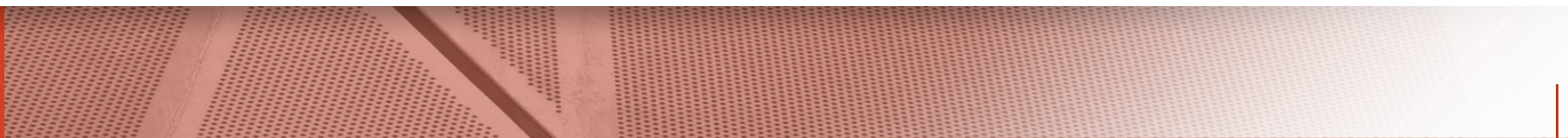
Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

✓ La pérennité d'un ouvrage dépendra avant tout de 2 critères :

- ❖ Le choix du substrat et la conception de l'ouvrage

- ❖ La sélection du revêtement selon :

- ☐ l'environnement corrosif,
- ☐ les besoins en terme de durabilité,
- ☐ les attentes esthétiques



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

Les teintes appliquées résistent aux UV très longtemps :

Qualicoat classe 3 :

perte de brillance max de 10% en 1 an

perte de brillance max de 30% en 4 ans

perte de brillance max de 45% en 7 ans

perte de brillance max de 50% en 10 ans



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

Les garanties :

- Anticorrosion : 10 ans
- Bonne tenue du revêtement : 10 ans

La durabilité:

- Anticorrosion : 100 ans
- Bonne tenue du revêtement : 25 ans



Il résiste aux agressions du temps et de l'environnement – POUR ALLER PLUS LOIN

Une très longue durée de vie

La durée de vie de la galvanisation suivant son épaisseur et la catégorie de corrosion

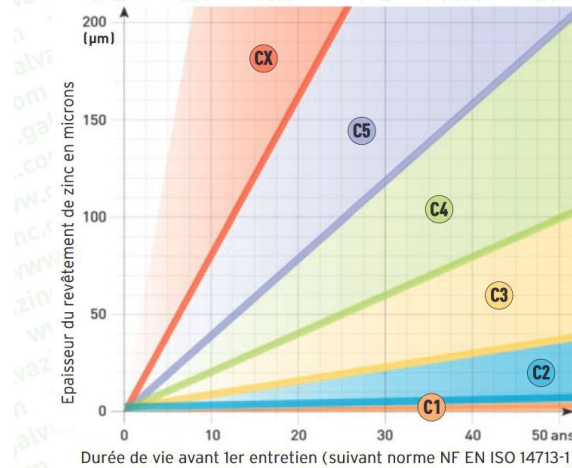


Fig. 2 : Pertes de zinc en $\mu\text{m}/\text{an}$ suivant les catégories d'environnement

Durabilité et garantie

La **durabilité** ne constitue pas une durée de **garantie**.

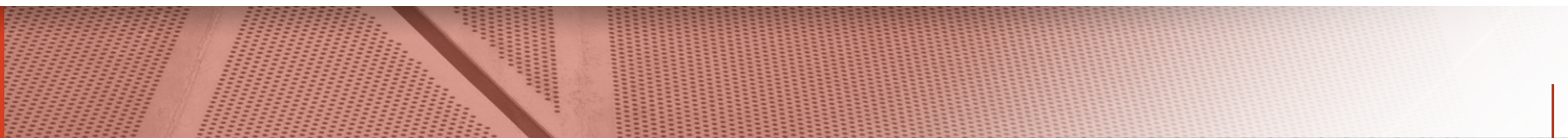
Durabilité = notion **technique**, durée prévisible jusqu'à la première maintenance d'envergure

Garantie = notion **juridique**, engagement dans un contrat, généralement plus courte que la durabilité sans qu'il n'y ait de règle avec elle

Par analogie, la durabilité d'une voiture neuve dépasse de loin la garantie offerte par le constructeur

Le traitement de surface ne relève pas de la garantie décennale, ni de la garantie de bon fonctionnement des éléments d'équipements.

Les désordres relèvent de la responsabilité contractuelle de l'entreprise, susceptible d'être recherchée pendant 10 ans.



IV / Réussir sa construction acier

Conception et préparation des pièces en acier

Une protection anticorrosion à long terme repose sur plusieurs facteurs :

- une conception de pièces pensée anticorrosion

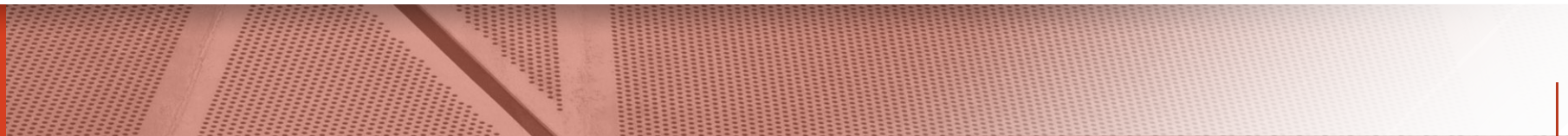
La conception d'une structure doit

- éviter les "pièges" à corrosion (fabrication, assemblage)
- faciliter la préparation des subjectiles, la mise en peinture, le stockage et le transport ainsi que la maintenance

- une préparation des pièces soignée, voire très soignée, pour une efficacité maximale du système de peinture

- un système de peinture (pré-traitement et revêtement) efficace, choisi en fonction de
 - ses conditions d'utilisation (localisation et contraintes particulières)
 - la longévité escomptée

- une maintenance régulière

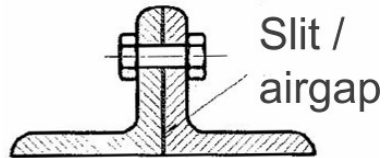


Conception et préparation des pièces en acier

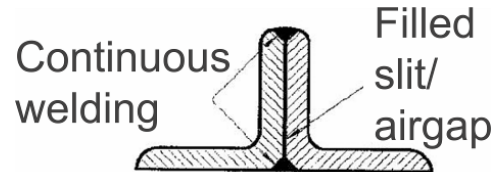
Une préconisation en matière de conception des pièces s'appuie sur la norme ISO 12944-3 *Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Conception et dispositions constructives*

Quelques exemples de préconisations:

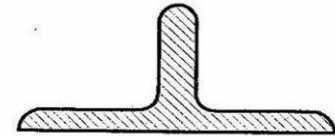
- Assemblage : prohiber les entrefers non fermés



Mauvais
(Fente étroite, difficile à protéger)



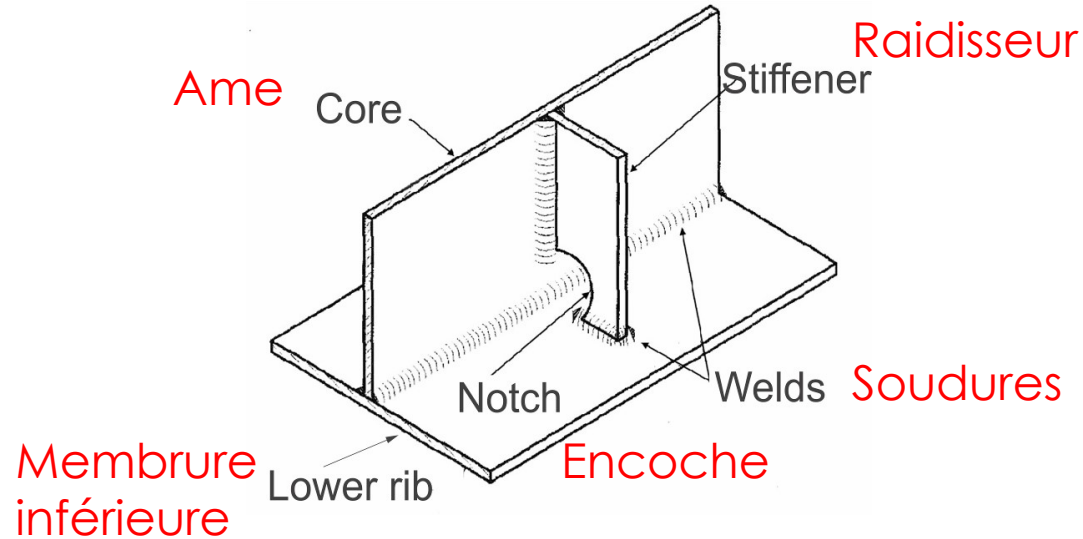
Mieux
(Entrefer fermé par une soudure continue)



Bon
(Pièce en un élément, rigide)

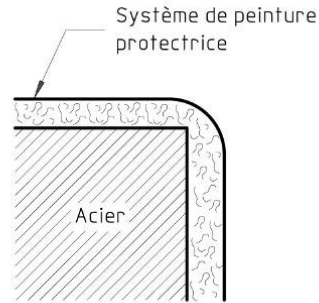
Conception et préparation des pièces en acier

Raidisseurs : éviter les zones de rétention d'eau et de dépôts

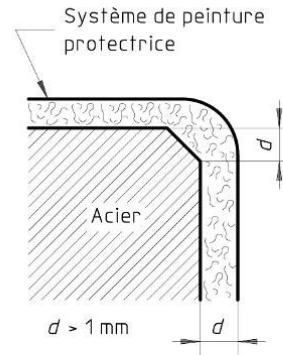


Conception et préparation des pièces en acier

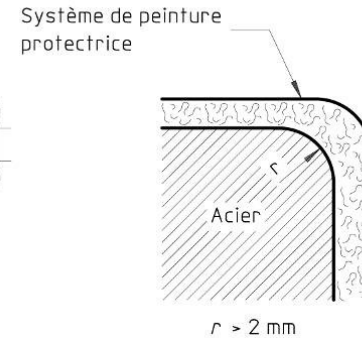
Arêtes : prohiber les arêtes vives



Arête vive
Mauvais



Arête chanfreinée
Mieux



Bord arrondi
Bon

Pour une protection efficace contre la corrosion

Des imperfections au niveau des soudures, des arêtes et autres zones des subjectiles d'acier constituent généralement des points de départ de corrosion.

Ces zones sont difficiles à protéger par application de peintures et produits assimilés. Certaines imperfections et certains degrés de préparation de ces zones sont définis dans la norme ISO 8501-3 afin d'aider à **l'obtention d'une protection efficace contre la corrosion.**

La norme ISO 8501-3 définit 3 degrés de préparation :

P1 Préparation légère

Aucune préparation ou préparation minimale requise avant application

P2 Préparation soignée

La plupart des imperfections sont corrigées

P3 Préparation très soignée

La surface est nette de toute imperfection visible importante

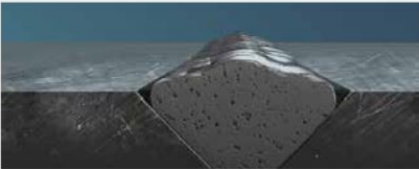


Tableau des principaux défauts rencontrés.

Type d'imperfection		Degrés de préparation			Astuces et remarques (non exhaustif)
Description	P1	P2	P3		
1.1 Projections de soudure	La surface doit être dépourvue de toute projection de soudure non adhérente (voir a)	La surface doit être dépourvue de toute projection non adhérente ou légèrement adhérente (voir a et b). Les projections montrées en c peuvent subsister	La surface doit être dépourvue de toute projection de soudure	En cas d'utilisation de produits anti projection de soudure, vérifier leur compatibilité avec les traitements de surface ultérieurs, en particulier avec la galvanisation à chaud	



1.soudures

Type d'imperfection		Degrés de préparation			Astuces et remarques (non exhaustif)
Description	P1	P2	P3		
1.2 Vague de soudure/profil de la soudure	Aucune préparation	La surface doit être traitée (par meulage par exemple) pour éliminer les profils irréguliers et les aspérités	La surface doit être entièrement traitée, c'est-à-dire être complètement lisse	Utiliser un disque à lamelles après le disque à meuler permet d'éviter les marques de meulage après revêtement	
					
1.3 Scories	La surface doit être dépourvue de scories	La surface doit être dépourvue de scories	La surface doit être dépourvue de scories	La présence de scories provoque des manques dans le revêtement et des risques de corrosion.	
					
1.4 Caniveaux	Aucune préparation	La surface doit être dépourvue de caniveaux étroits et profonds	La surface doit être dépourvue de caniveaux	Les caniveaux peuvent être source de ressuage Voir FT04070308	
					

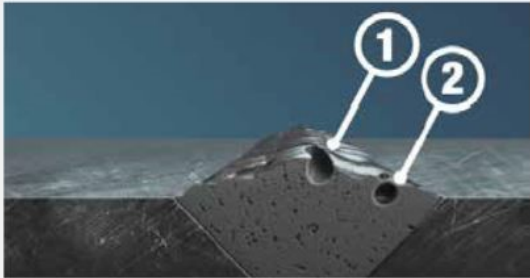
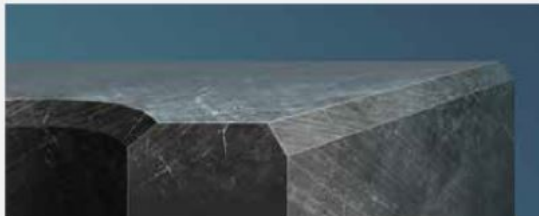
Type d'imperfection		Degrés de préparation			Astuces et remarques (non exhaustif)
Description	P1	P2	P3		
1.5 Pores de surface	Aucune préparation	Les pores de surface doivent être suffisamment ouverts pour permettre la pénétration du revêtement ou être éliminés	La surface doit être dépourvue de pores visibles	Les pores peuvent être source de ressuage Voir FT04070308 • 1 = Pore visible. • 2 = Pore invisible, qui peut se révéler après préparation de surface.	
					
1.6 Cratères de fin de cordon	Aucune préparation	Les cratères de fin de cordon doivent être dépourvus d'aspérités	La surface doit être dépourvue de cratères de fin de cordon visibles	Les cratères de fin de cordon peuvent être source de ressuage Voir FT04070308	
					

Tableau des principaux défauts rencontrés

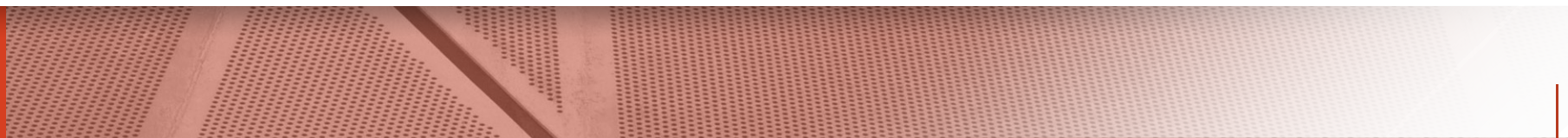
2.arêtes

2.1 Arêtes laminées	Aucune préparation	Aucune préparation	Les arêtes doivent être arrondies selon un rayon de 2mm (voir la norme NF EN ISO 12944-3)	Les arêtes vives rendent le revêtement sensible aux chocs
				

Type d'imperfection		Degrés de préparation			Astuces et remarques (non exhaustif)
Description	P1	P2	P3		
1 Arêtes					
2.2 Arêtes réalisées par poinçonnage, cisaillement, sciage ou perçage.	Aucune partie de l'arête ne doit être vive, l'arête doit être dépourvue de bavures	Aucune partie de l'arête ne doit être vive, l'arête doit être dépourvue de bavures	Les arêtes doivent être arrondies selon un rayon de 2mm (voir la norme NF EN ISO 12944-3)	Les arêtes vives rendent les revêtements sensibles aux chocs	
					
2.3 Arêtes obtenues par découpe thermique	La surface doit être dépourvue de laitier et de calamine non adhérente	Aucune partie de l'arête ne doit avoir un profil irrégulier	La face vive doit être éliminée et les arêtes doivent être arrondies selon un rayon minimal de 2 mm (voir la norme NF EN ISO 12944-3)	Les arêtes obtenues par découpe thermique peuvent être la cause d'écaillages et de revêtement fragiles, peu adhérents, et plus minces Voir la FT04070319	
 Remarque : Quelle que soit l'épaisseur et le matériaux de la pièce, y compris pour les tôles fines, il est recommandé de systématiquement éliminer la zone affectée thermiquement en surface de la tranche découpée, par exemple par meulage. Laisser les surfaces de ces tranches de découpe sans interventions de reprises provoque souvent des revêtements à l'adhérence insuffisante.					

Structures ou zones de pièces impropres à une mise en œuvre conforme / efficace

- tôle perforée ou déployée
- volets ajourés
- raccords de volute
- torsades
- soudures non continues, non étanches, non régulières
- entrefers non fermé



Imperfections

Les imperfections de conception et de préparation des structures se traduisent par une corrosion prématurée :

Entrefer non
fermé
A réception



Entrefer non fermé
Après 6 ans 10 mois





Raccord de volute
Après 6 ans 5 mois

Entrefer, soudure non
fermée et couple
galvanique
A réception



Projections de
soudure
A réception



Soudure irrégulière et
poreuse
Après 2 ans

Soudure non continue
avec caniveau profond
Après 6 ans 10 mois



Soudure
irrégulière et
poreuse
Après
thermolaquage





Arêtes vives – découpe laser
Après 2 ans – mer à quelques km

