



**LA
GALVANISATION
À CHAUD,**
le bon choix de protection

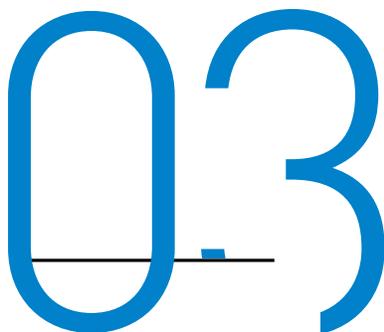
france
galva

4
**FRANCE GALVA,
SPÉCIALISTE DE
LA GALVANISATION
À CHAUD**

01 02

8
**LE VIEILLISSEMENT
DES MATÉRIAUX**

12
L'ACIER



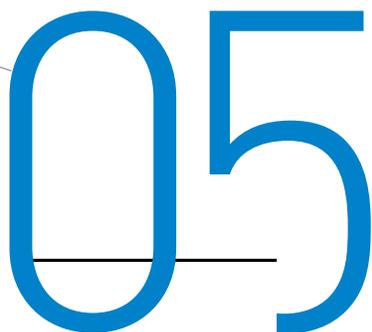
03

16
LA CORROSION
DE L'ACIER



04

30
LA PROTECTION
DE L'ACIER



05

44
SAVOIR LIRE
LES DÉSIGNATIONS

PRÉA

Le groupe France Galva, spécialiste de la galvanisation à chaud, met à votre disposition son expertise dans la protection des aciers.

Cet ouvrage vous propose des pistes de réflexion pour vous aider à créer et construire des bâtiments, des produits industriels, qui soient pérennes dans le temps avec des coûts d'exploitation et d'entretien maîtrisés.

**N'hésitez pas à faire
appel à nos services.**

AMBULE



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

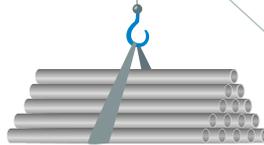
3 métiers

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

200 000

TONNES D'ACIER

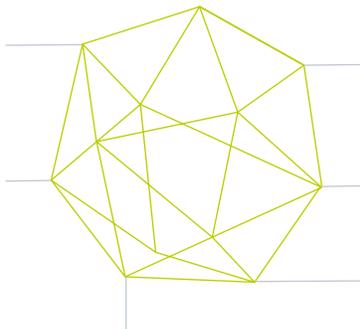
traitées par an



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

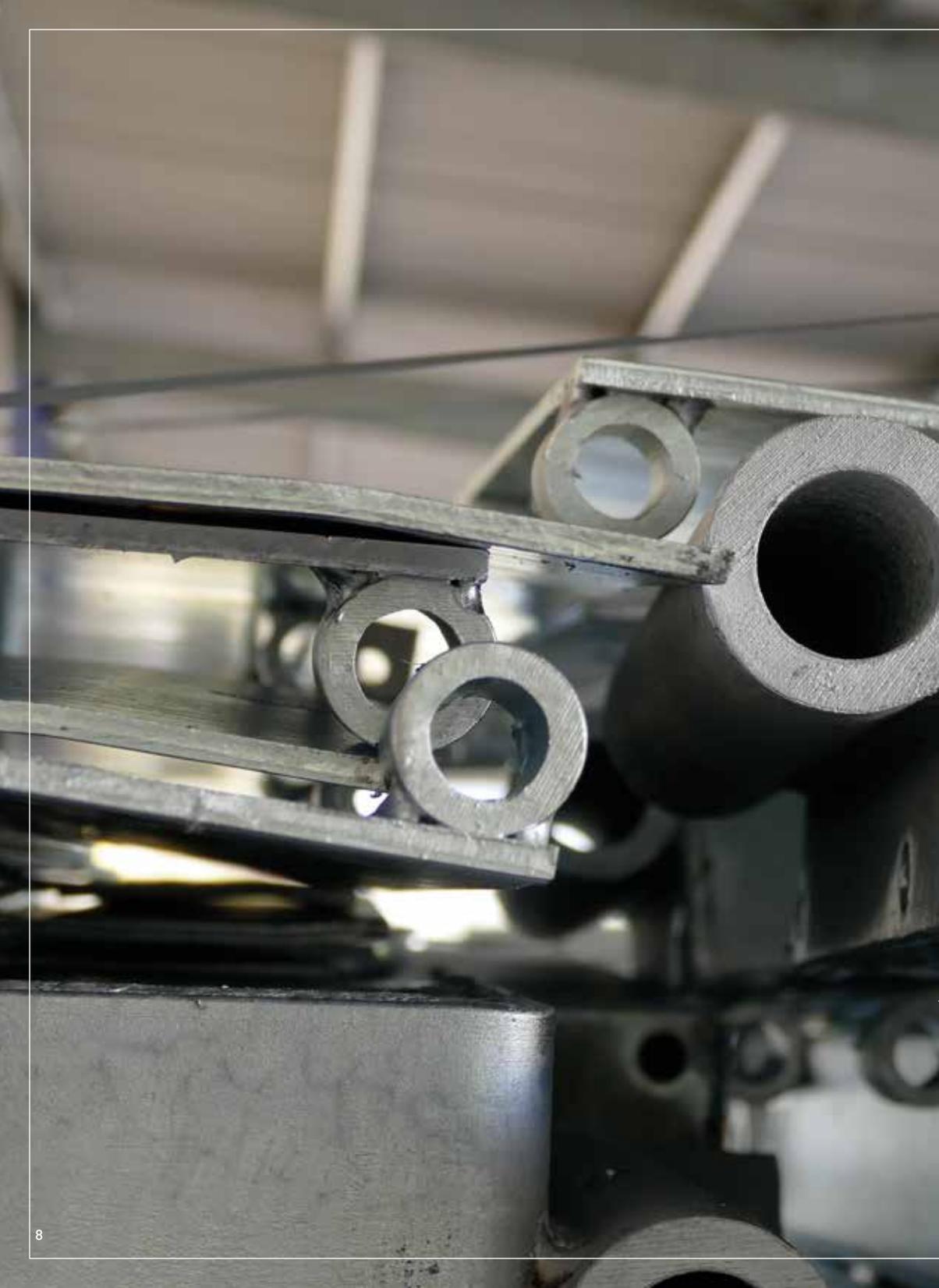


Des services complémentaires en fonction des sites : peinture, assurance, parachèvement, colisage, livraison, transport

Un délai fiable, respecté, en lien avec vos attentes

Un engagement humain sur la santé et la sécurité du personnel

Un bilan énergétique optimisé



01

**LE VIEILLISSEMENT
DES MATÉRIAUX**

LE VIEILLISSEMENT DES MATÉRIAUX

Rien n'est immuable... Quel que soit le matériau utilisé, à une certaine échelle de temps il va s'éroder, s'user, se détériorer, perdre certaines caractéristiques mécaniques.

Le rôle des concepteurs des maîtres d'œuvre est de mettre en place des moyens pour que l'usage d'un produit ne soit pas prématurément rendu obsolète par sa destruction ou son usure.

On comprend dès lors que le choix des matériaux en fonction de l'environnement et de l'usage d'un bien soit un paramètre primordial dans la conception d'un ouvrage. Bien entendu, les éléments de coûts de mise en œuvre et d'esthétisme entreront en compte aussi dans le choix final.

France Galva vous offre son expertise pour lutter contre la corrosion de l'acier qui est la première cause d'obsolescence ou de ruine des ouvrages métalliques.

En règle générale, on détermine la corrosion par la perte de masse d'un matériau dans une certaine échelle de temps.



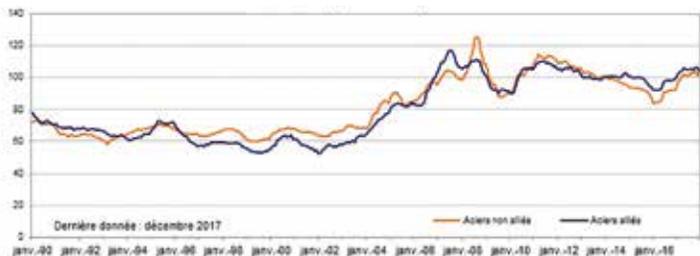
En savoir +

Même le verre se corrode, ce qui pose un certain nombre de problèmes comme par exemple pour le stockage des déchets radioactifs. Dans cet exemple, on comprend bien la problématique d'échelle de temps.

Le verre va comme tous les matériaux se protéger plus ou moins efficacement contre la corrosion. Il va créer une couche riche en silice surmontée d'un gel de corrosion : l'ensemble va protéger les éléments solubles un certain temps.

Le métal a été une longue conquête de l'homme depuis des siècles. Il le travaille pour lui donner des caractéristiques particulières, des fontes de nos plaques d'égout, en passant par les engrenages de nos boîtes de vitesses, aux buildings, aux ponts, à nos ustensiles de cuisine.

Indices des prix INSEE pour l'acier



Source : INSEE

Base 100 = Année 2010

D'un point de vue économique

L'acier est le métal le plus employé, principalement parce qu'il est moins cher, très disponible et facilement transformable. Historiquement, sa filière était considérée comme stratégique et était la scène d'alliances entre les pays. Aujourd'hui son poids dans l'économie mondiale l'a transformé en un produit de spéculation.

1 620 000 000 tonnes d'acier ont été produites dans le monde en 2015. La Chine représente environ 50 % de cette production.



Métaux



Prix 2017

Acier	624 dollars/tonne
Inox	2 530 dollars/tonne
Aluminium	1 885 dollars/tonne
Plomb	2 133 dollars/tonne
Cuivre	5 720 dollars/tonne
Or	1 260 dollars l'once (34 gr)
Argent	17 dollars l'once





02

L'ACIER

L'ACIER

FILIÈRE D'OBTENTION

L'acier est l'un des 82 éléments qui constituent notre planète, il représente 35 % de son poids.

L'acier est un alliage résultant d'une transformation de matières premières naturelles, un mélange de minerai de fer et de carbone.

Le fer est associé à l'oxygène à l'état naturel. On le retrouve donc sous forme d'oxyde de fer.

Ce dernier est emprisonné dans la roche, et sa concentration peut aller jusqu'à 68 % dans les mines les plus productives comme en Chine, au Brésil ou en Australie.

Le minerai va d'abord être concassé, broyé puis fondu pour pouvoir obtenir un minerai concentré. Après quoi, il est passé dans des hauts fourneaux.



En savoir +

UNE TECHNIQUE VIEILLE DE 4 000 ANS !

Dans la lignée du travail du cuivre, les fourneaux étaient chauffés à 1 250°C par du charbon. Toutefois, comme le fer fond et devient liquide à seulement 1 600°C, on obtenait une pâte qu'il fallait travailler aux chocs.

Au Moyen-Age, l'invention du soufflet de forge permet de monter en température le fer et de le rendre liquide, donc prêt à être moulé.



Aujourd'hui, passer du minerai aux aciers les plus fins

Les moyens de production modernes (hauts fourneaux) associent 20 % de coke, utilisé comme accélérateur de combustion, avec le minerai. Le tout est attisé par des tuyères qui propulsent de l'air à 1 200°C. Le minerai est ainsi porté à 2 200°C.

On obtient au final de la fonte. C'est pour cela que cette voie d'obtention est appelée « acier de filière fonte ».

La réaction, très complexe, requiert un réel savoir-faire industriel. Ainsi, certains éléments de la réaction n'ont été expliqués que dans les années 70 !

C'est ce qui explique les modifications structurales de la matière lors de la soudure ou découpe laser ou plasma.

Le processus se poursuit par le convertisseur : à 1 670°C, on injecte par une tuyère de l'oxygène qui va se combiner par le même procédé au carbone contenu dans la fonte pour obtenir du fer presque pur à 99,9 %.

L'étape suivante consiste à ajouter des alliages. On commence généralement par du silicium pour calmer la coulée (éviter l'apparition de bulles



MINÉRAUX

NORME NF A 35-503

lors du refroidissement), du bore, du chrome, du molybdène, voire du carbone. Ce dernier va se positionner entre les atomes de fer et donner des caractéristiques mécaniques spécifiques. Du phosphore est aussi ajouté pour améliorer l'usinabilité des aciers.

Le silicium et le phosphore injectés par les aciéristes vont avoir une influence importante sur l'épaisseur du zinc déposé par la galvanisation à chaud. Pour ce procédé, **demandez des aciers conformes à la norme NF A 35-503.**

+ En savoir +

De cette chimie très fine va naître les aciers traités et spéciaux.

- Entre 0,02 % et 2 % de carbone, nous sommes dans les classes d'acier,
- De 2,1 % à 6,67 %, nous sommes dans le domaine des fontes.

Reportez-vous au chapitre 05 Savoir lire les désignations, p44

Pour l'inox dit « acier inoxydable », on ajoute plus de 10,5 % de chrome. Les atomes de chrome viennent se positionner entre les molécules de fer en laissant très peu de place aux atomes d'oxygène, pour se recombinaison avec l'acier et créer de l'oxydation, d'où les capacités anticorrosion des inox.

La métallurgie est la rencontre de l'industrie lourde avec de la chimie fine et d'un réel savoir-faire.

La première cause de ruine des ouvrages métalliques est la corrosion. Si elle est due à différentes causes, sa résultante est toujours la même : écaillage de la protection, aspect disgracieux, perte de résistance, perforation...

Il est important d'en comprendre le mécanisme pour en protéger les réalisations.



The background of the page is a close-up photograph of a metal surface that has been heavily corroded. The surface is covered in a complex pattern of reddish-brown rust and patches of blue, likely from a protective coating that has been partially removed. Overlaid on this background is a large, bright green, semi-transparent geometric shape, specifically a pentagon, which is tilted. The shape is defined by thin white lines that extend to the corners of the page.

OR

LA CORROSION DE L'ACIER

L'ORIGINE DE LA CORROSION

La corrosion des métaux et de leurs alliages nous montre leur tendance naturelle à revenir à leur état de minerais sous l'action des agents atmosphériques.



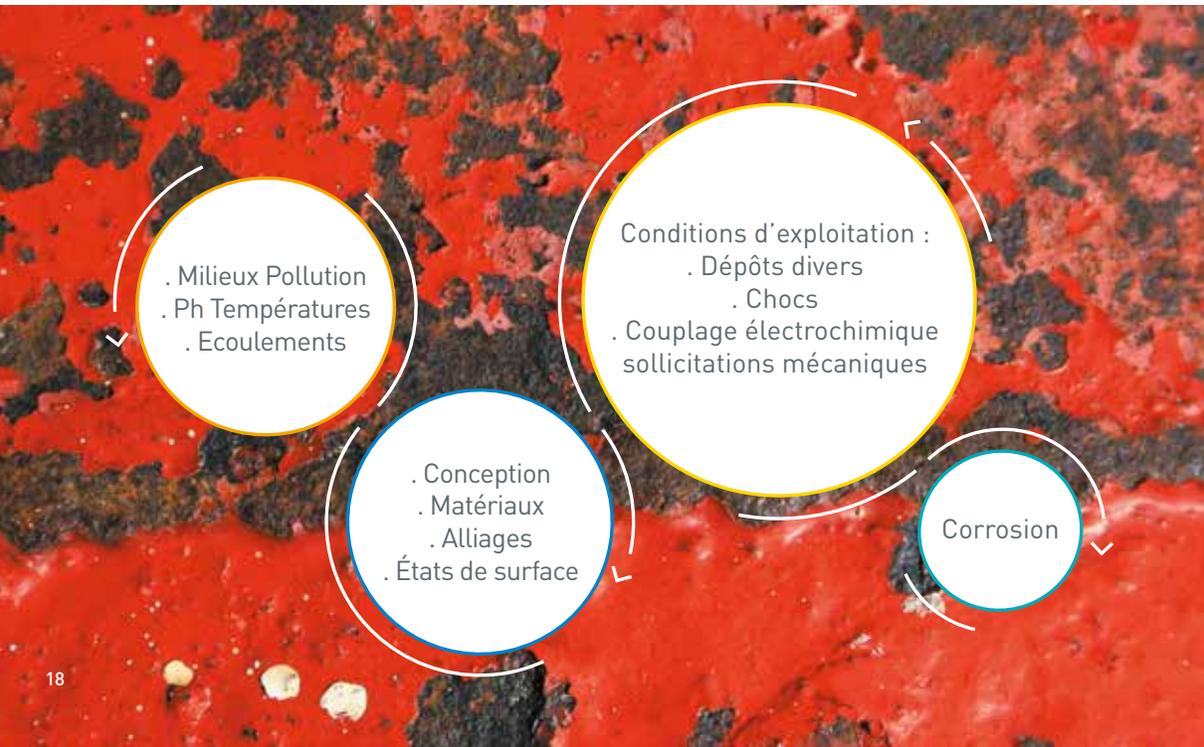
La corrosion est fonction du rapport substance corrosive/matériau et de l'environnement dans lequel ils sont réunis.

L'eau a par exemple un rôle corrosif très important, en particulier sur les aciers non inoxydables.

Ce rôle est renforcé par la présence de sels minéraux (l'eau de mer est plus corrosive que l'eau douce), mais aussi par la température ou bien d'autres phénomènes atmosphériques...

A NOTER :

Les métaux dits « nobles » comme l'or, l'argent, l'oxyde de cuivre et le platine sont très peu sensibles à la corrosion. Ils existent sous forme native dans la nature, de ce fait ils sont quasi insensibles à la corrosion.



LA CORROSION DE L'ACIER

La corrosion est un phénomène sournois, qui cause des défauts structurels pouvant engendrer des catastrophes.



Zoom

La marée noire de l'Erika est restée dans les mémoires, pétrolier poubelle après tout juste 24 ans de mer.

L'enquête a conclu qu'un entretien insuffisant, couplé au développement rapide de la corrosion, est à l'origine de l'affaiblissement de la structure de la tranche 2 de l'Erika. Cela s'est traduit par des ruptures en chaîne, jusqu'à la ruine complète de l'ensemble...



LA ROUILLE

Le processus de formation de la rouille est un phénomène complexe. C'est une réaction composée de deux oxydoréductions qui font réagir les molécules de fer avec l'oxygène que celui soit présent dans l'air ou sous forme liquide (eau) ou humidité.

C'est une réaction électrolytique où le fer est à la fois anode et cathode, anode pour la partie en contact avec l'eau et cathode pour l'autre (+ 0,4v pour l'oxygène et l'eau contre - 0,44v pour le fer).

C'est un processus d'oxydoréduction, un composé d'oxydation et de réduction complexe.

_ Dans un premier temps il y a une formation d'hydroxyde de fer 2 par action des ions hydroxydes sur le fer.



Où Fe est le support ferreux et 2OH^- est l'oxygène réduit en hydroxyde par l'action de l'eau $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 (+4e^-) \Rightarrow 4\text{OH}^-$

_ Dans un second temps, l'oxydation de l'hydroxyde de Fe_2 en hydroxyde de Fe_3 sous l'action de l'eau H_2O et de l'oxygène O_2 . Cette réaction est instantanée.

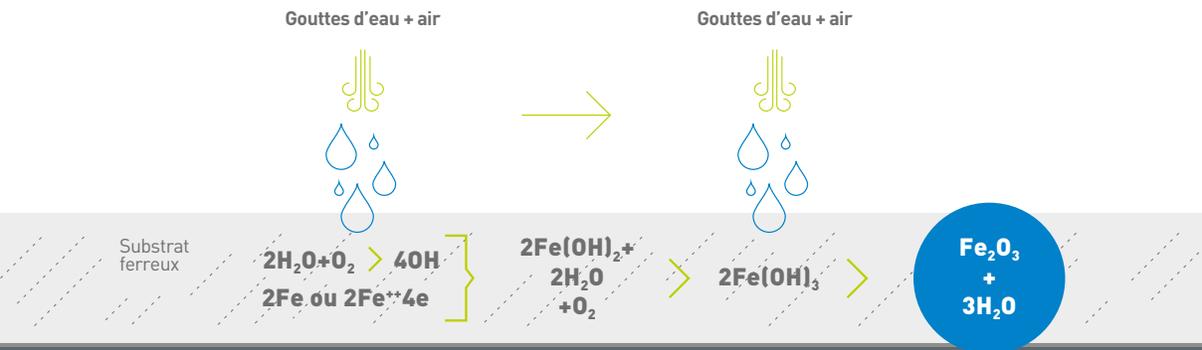


_ Dans un troisième temps, comme l'hydroxyde de Fe_3 est très instable :



En savoir +

Les économistes sont d'accord pour estimer la corrosion dans les pays industrialisés à 3,5 % du PIB, somme qui est affectée à l'entretien et au remplacement des produits corrodés. Soit 1 100 € par an et par habitant en France !



CORROSION NATURELLE

Les atomes de fer en contact avec l'air -donc l'oxygène- se recombinent en oxyde de fer et retournent à l'état de minéral. Comme l'oxyde de fer prend plus de place, la surface se boursoufle, s'effrite et la réaction se poursuit en profondeur. Se référer aux demi-équations de la corrosion de l'acier.

LE COMPORTEMENT DE L'ACIER DANS LE BÉTON

Vous avez tous observé des ouvrages en béton dégradés laissant apparaître les fers de structure à nu.

Le béton sain a un pH basique d'environ 12 à 13.

Dans ce milieu, les armatures en acier standard sont protégées par la création d'une couche d'oxydes.

L'une des composantes du béton, la portlandite, se transforme naturellement en calcite sous l'action du dioxyde de carbone de l'air (la pollution). Le pH descend et passe à 9 : à ce niveau, sur les fers nus, la corrosion se développe rapidement, pouvant mettre en péril l'ouvrage.

Une armature oxydée peut occuper jusqu'à 9 fois plus de volume que le métal initial ! Conséquence : le béton éclate. Le phénomène peut être encore aggravé par l'apparition de chlorures : granulats mal lavés, bord de mer, sel de déneigement... Les chlorures jouent en effet un rôle de catalyseur.

Des fers à béton galvanisés à chaud dans un pH de 9 ne subissent aucun dommage : encore un moyen de construire durable et pérenne !



TYPES

COURANTS DE

CORROSION

- **Corrosion chimique** : le métal réagit avec un gaz ou un liquide non électrolytique.
- **Corrosion bactérienne** : les bactéries transforment certains sels en produits acides agressifs.
- **Corrosion électrochimique** : elles sont de deux types, qui peuvent se combiner :
 - > Le milieu forme sur métal deux zones polarisées l'une en cathode + l'autre en anode -.

En circulant, les électrons vont affaiblir l'anode en créant une corrosion. Sous l'eau, les aspérités de la surface suffisent à créer ce différentiel.

- > L'association de deux métaux qui ont des potentiels différents (un écart de 300 mV est suffisant), le milieu jouant le rôle de catalyseur. Le métal le moins noble va faire fonction d'anode et se désagréger pour protéger de la corrosion le métal le plus noble (la cathode) en créant un courant d'électrons (principe utilisé dans les piles). Cf. la corrosion galvanique.

En savoir +

Les structures galvanisées résistent mal à un pH < 4.

Une attention particulière est à apporter au choix des produits d'entretien pour les piscines et stations de lavage par exemple.

Les autres corrosions sont dérivées de ces dernières, sauf cas très particuliers :

- **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 à des 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 (éloigné dans le tableau de maîtrise des risques de la galvanisation), plus le phénomène sera amplifié. Des configurations peuvent accentuer le phénomène, par exemple, 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.

_ Corrosion des systèmes de fixation visserie boulonnerie :

C'est ce phénomène de corrosion galvanique qui impose de ne pas associer de la boulonnerie ou du rivetage inox avec de la galvanisation sous peine de favoriser la corrosion.

L'effet galvanique est utilisé volontairement à grande échelle pour :

- _ La protection de certaines pièces, coques et arbres de bateaux avec par exemple la pose d'éléments de zinc pour protéger par effet sacrificiel les papiers, les arbres ou hélices.
- _ La création de piles et même de batteries rechargeables.
- _ La protection de certaines pièces par électrolyse, procédé de transfert d'un métal sur un support.

C'est aussi cet effet dit sacrificiel qui est activé dans la galvanisation à chaud.

Le zinc qui a fusionné et recouvert l'acier se sacrifie pour le protéger de la corrosion.

Prenons l'exemple de l'aluminium avec l'inox : ce couple a un effet galvanique de 840 mV (cf. tableau pages suivantes).

L'aluminium va enclencher « l'effet sacrificiel », c'est-à-dire sa fonction d'anode afin de protéger l'inox de la corrosion. Donc c'est l'effet sacrificiel de l'aluminium au profit de l'inox qui va entraîner sa rapide corrosion.

France Galva vous informe

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 est en effet faible.

Toutefois en milieu agressif type bord de mer, l'utilisation d'isolant plastique qui va bloquer l'échange d'électrons est nécessaire si on souhaite maintenir un mariage zinc et inox.



Pour construire pérenne et au moindre coût, établir un cahier des charges en amont est primordial. Il va permettre de fixer l'usage de la réalisation, ses contraintes particulières, son environnement, l'entretien que le maître d'ouvrage est prêt à accorder. Cet élément va permettre au maître d'œuvre de fixer les éléments techniques en réponse à l'usage et à l'implantation.

MAÎTRISE DES RISQUES DE CORROSION GALVANIQUE PAR ÉCHANGE D'ÉLECTRONS

LE MÉTAL EST ATTAQUÉ	MÉTAL ATTAQUÉ													
	Platine	Or	Acier inoxydable 18-9	Argent	Mercure	Nickel	Alliage CuZnNi	Cuivre	Cupro-alu	CuZn laiton	CuSn bronze	Étain	Plomb	Fe Ni25
Platine	0	130	250	350	350	430	450	570	600	650	770	800	840	930
Or	130	0	120	220	220	300	320	440	470	520	640	670	710	800
Acier inoxydable 18-9	250	120	0	100	100	180	200	320	350	400	520	550	590	680
Argent	350	220	100	0	0	80	100	220	250	300	420	450	490	580
Mercure	350	220	100	0	0	80	100	220	250	300	420	450	490	580
Nickel	430	300	180	80	80	0	20	140	170	220	340	370	410	500
Alliage CuZnNi	450	320	200	100	100	20	0	120	150	200	320	350	390	480
Cuivre	570	440	320	220	220	140	120	0	30	80	200	230	270	360
Cupro-alu	600	470	350	250	250	170	150	30	0	50	170	200	240	330
CuZn laiton	650	520	400	300	300	220	200	80	50	0	120	150	190	280
CuSn bronze	770	640	520	420	420	340	320	200	170	120	0	30	70	160
Étain	800	670	550	450	450	370	350	230	200	150	30	0	40	130
Plomb	840	710	590	490	490	410	390	270	240	190	70	40	0	90
Fe Ni25	930	800	680	580	580	500	480	360	330	280	160	130	90	0
Aluminium cuivre	940	810	690	590	590	510	490	370	340	290	170	140	100	10
Fonte	950	820	700	600	600	520	500	380	350	300	180	150	110	20
Acier au carbone	1000	870	750	650	650	570	550	430	400	350	230	200	160	70
Alliage léger de décolletage	1000	870	750	650	650	570	550	480	400	350	230	200	160	70
Alliage léger de fonderie	1065	935	815	715	715	635	615	495	465	415	295	265	225	135
Aluminium	1090	960	840	740	740	660	640	520	490	440	320	290	250	160
Acier au carbone pour tth	1095	965	845	745	745	665	645	525	495	445	325	295	255	165
Alliage Al Mg	1100	970	850	750	750	670	650	530	500	450	330	300	260	170
Cadmium	1100	970	850	750	750	670	650	530	500	450	330	300	260	170
Fer pur	1105	975	855	755	755	675	655	535	505	455	335	305	265	175
Alliage Al Mg Si	1105	975	855	755	755	675	655	535	505	455	335	305	265	175
Chrome	1200	1070	950	850	850	770	750	630	600	550	430	400	360	270
Alliage Al Zn Mg	1275	1095	975	875	875	795	775	655	625	575	455	425	385	295
Métal blanc Sn Zn	1360	1230	1110	1010	1010	930	910	790	760	710	500	560	520	430
Zinc	1400	1270	1150	1050	1050	970	950	830	800	750	630	600	560	470
Manganèse	1470	1340	1220	1120	1120	1040	1020	900	870	820	700	670	630	540
Magnésium	1950	1870	1700	1600	1600	1520	1500	1380	1350	1300	1180	1150	1110	1020

Aluminium cuivre	Fonte	Acier au carbone	Alliage léger de décolletage	Alliage léger de fonderie	Aluminium	Acier au carbone pour tth	Alliage Al Mg	Cadmium	Fer pur	Alliage Al Mg Si	Chrome	Alliage Al Zn Mg	Métal blanc Sn Zn	Zinc	Manganèse	Magnésium
940	950	1000	1000	1065	1090	1095	1100	1100	1105	1105	1200	1275	1360	1400	1470	1950
810	820	870	870	935	960	965	970	970	975	975	1070	1095	1230	1270	1340	1870
690	700	750	750	815	840	845	850	850	855	855	950	975	1110	1150	1220	1700
590	600	650	650	715	740	745	750	750	755	755	850	875	1010	1050	1120	1600
590	600	650	650	715	740	745	750	750	755	755	850	875	1010	1050	1120	1600
510	520	570	570	635	660	665	670	670	675	675	770	795	930	970	1040	1520
490	500	550	550	615	640	645	650	650	655	655	750	775	910	950	1020	1500
370	380	430	480	495	520	525	530	530	535	535	630	655	790	830	900	1380
340	350	400	400	465	490	495	500	500	505	505	600	625	760	800	870	1350
290	300	350	350	415	440	445	450	450	455	455	550	575	710	750	820	1300
170	180	230	230	295	320	325	330	330	335	335	430	455	500	630	700	1180
140	150	200	200	265	290	295	300	300	305	305	400	425	560	600	670	1150
100	110	160	160	225	250	255	260	260	265	265	360	385	520	560	630	1110
10	20	70	70	135	160	165	170	170	175	175	270	295	430	470	540	1020
0	10	60	60	125	150	155	160	160	165	165	260	285	420	460	530	1010
10	0	50	50	115	140	145	150	150	155	155	250	275	410	450	520	1000
60	50	0	0	65	90	95	100	100	105	105	200	225	360	400	470	950
60	50	0	0	65	90	95	100	100	105	105	200	225	360	400	470	950
125	115	65	65	0	25	30	35	35	40	40	135	160	295	335	405	885
150	140	90	90	25	0	5	10	10	15	15	110	115	270	310	380	860
155	145	95	95	30	5	0	5	5	10	10	105	130	265	305	375	855
160	150	100	100	35	10	5	0	0	5	5	100	125	260	300	370	850
160	150	100	100	35	10	5	0	0	5	5	100	125	260	300	370	850
165	155	105	105	40	15	10	5	5	0	0	95	120	255	295	365	845
165	155	105	105	40	15	10	5	5	0	0	95	120	255	295	365	845
260	250	200	200	135	110	105	100	100	95	95	0	25	160	200	270	750
285	275	225	225	160	115	130	125	125	120	120	25	0	135	175	245	725
420	410	360	360	295	270	265	260	260	255	255	160	135	0	40	110	590
460	450	400	400	335	310	305	300	300	295	295	200	175	40	0	70	550
530	520	470	470	405	380	375	370	370	365	365	270	245	110	70	0	480
1010	1000	950	950	885	860	855	850	850	845	845	750	725	590	550	480	0

BIEN ÉLABORER SON CAHIER DES CHARGES EN AMONT



DIFFÉRENTS PARAMÈTRES SONT À PRENDRE EN COMPTE :

Réflexion environnement
d'implantation et utilisation

Environnement de vie ou d'utilisation du
produit fini, contraintes particulières,
chimie, nucléaire, température, sollicitations
particulières, hygrométrie, fumées,
poussières, condensation, acidité, projections...

Milieux : industriels, géographie AMDEC
Analyse Modes de Défaillance Effets et Criticité

Contraintes techniques
température, résistance
mécanique, conductibilité

Choix du ou des matériaux
et des systèmes d'assemblage

Longévité demandée
Esthétisme
Aspect du produit
Coût d'exploitation

La galvanisation à chaud
par France Galva : garantie
et assurance possibles

Choix du système de protection à la corrosion
pour remplir le cahier des charges

Fabrication des pièces
suivant les normes ISO
des systèmes retenus

Dimensionnement des pièces
pour maîtriser les coûts et
capacité de la sous-traitance,
limiter le transport

Cahier des charges
Entretien des surfaces
Réparations ponctuelles :
produits à utiliser



Comme l'indique cette réflexion sur le cahier des charges, l'environnement joue un rôle primordial dans les phénomènes de corrosion. La chaleur, l'humidité, l'acide, la présence de chlore, de monoxyde de carbone, sont autant de cas particuliers dont il faut tenir compte.

Ces contraintes courantes dans les installations «industrielles», surtout si elles sont stagnantes, vont influencer sur la pérennité de l'ouvrage. Des stabulations agricoles aux cimenteries, aux centres de compostage, aux équipements portuaires, autant de situations courantes qu'il faut gérer et intégrer dès la création des structures.

Pour statuer sur l'environnement auquel va être soumis l'ouvrage, des catégories de corrosivité ont été déterminées.

NB : C'est sur cette base qu'est établi le cahier des charges des donneurs d'ordres pour indiquer les tenues à la corrosion attendues.

La norme NF EN ISO 12944-2 définit la protection des structures métalliques contre la corrosion en fonction de son environnement et s'étend sur 6 niveaux de corrosivité nommés de C1 à C5M pour les structures aériennes et sur trois catégories pour classifier l'environnement des structures immergées et enterrées, de LM1 à LM3.

Niveau de corrosion

Exemple de classe de corrosivité	Dans les pays de types tempérés	
	Extérieur	Intérieur
C1 très faible	Sans objet	Bâtiment chauffé avec une atmosphère propre, par ex. : écoles, hôtels, magasins
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...
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...
C4 élevée	Zones industrielles polluées, zones urbaines denses ou à fort trafic, zones côtières à salinité modérée	Usines chimiques, piscines, chantiers navals côtiers
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
C5-M	Zones côtières et maritimes à salinité élevée	Idem C5-i, avec acidité, soufre, zone de compostage
Lm1	Environnement difficile	Immersion dans l'eau douce
Lm2	Environnement très difficile	Immersion dans l'eau salée
Lm3	Environnement très variable en fonction de l'agressivité du sol	Enterré dans le sol



Deux alternatives à l'acier

	 Matériaux	 Coûts	 Résistance mécanique	 Résistance à la corrosion	 Mode de protection
Inox		+++	+++	+++	Oxyde de chrome incolore
Aluminium		++	--	++	Oxyde d'alumine blanchâtre
Acier		--	+++	--	Oxyde de fer couleur rouille



En savoir +

Ces matériaux vont avoir tendance à vouloir retourner à l'état de minerai et vont donc s'oxyder, mais contrairement à la rouille, sur l'acier ils vont développer une corrosion très peu soluble qui va le protéger des agents de corrosion (intitulée dans le tableau ci-dessus mode de protection).

Les limites d'usage de l'inox et de l'aluminium sont le coût, la résistance mécanique et le vieillissement sous la contrainte. Leur utilisation est de ce fait réduite aux pièces d'aspects ou à des éléments de décoration non structurels.

_ Pour l'inox, la couche d'hydroxyde est d'oxyde de chrome passive Cr_2O_3 , transparente et de très faible épaisseur (environ $1 \mu m$). La présence de cette couche est essentielle à la protection de l'inox. Lors de l'utilisation en milieux exigeants, il est parfois nécessaire de provoquer cette passivation en faisant réagir artificiellement l'inox. De l'acide nitrique ou critique est alors utilisé pour créer cette réaction. En l'absence de cette mesure préventive, l'oxydation peut être plus rapide que la création de la couche de passivation et entraîner une corrosion rapide. Cette action est aussi conseillée au droit des soudures, en particulier pour faciliter par la suite une finition peinture.

_ Pour l'aluminium, le procédé est le même. En présence du dioxygène de l'air, une couche protectrice d'oxyde d'aluminium ou d'alumine Al_2O_3 se crée en surface. Le traitement de surface de l'aluminium appelé anodisation est en fait la création artificielle de couches d'alumine qui sont renforcées par une solution aqueuse comme l'hydrate d'alumine $AL(OH)_3$. Comme le résultat est translucide, l'ajout d'un colorant dans l'anodisation est aisé.

_ Pour l'acier, la création de la rouille est la résultante de deux demi-équations d'oxydation mais contrairement aux oxydations ci-dessus, elle est poreuse et laisse donc la réaction continuer par action du dioxygène de plus en plus profondément dans la masse.



A large teal-colored geometric shape, resembling a stylized triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It overlaps the background image and contains the large white text '04+'.

04+

**LA PROTECTION
DE L'ACIER**

LA PROTECTION DE L'ACIER



L'acier reste de très loin le plus utilisé mais sa mise en œuvre nécessite des précautions précises, il ne peut raisonnablement être laissé brut que dans des cas précis d'environnements très protégés, dès lors il faut prévoir une protection.

Mais l'acier, assez haut dans le tableau galvanique*, peut utiliser des éléments électro-chimiquement inférieurs pour se protéger. Un allié de choix est utilisé depuis plusieurs siècles, le zinc, qui va se sacrifier et s'oxyder jusqu'au dernier électron à sa place. C'est le domaine d'expertise du groupe France Galva et de ses dix sites de production.

* cf. p.24-25 le tableau de maîtrise des risques de corrosion galvanique



LE RÔLE DE LA GALVANISATION À CHAUD

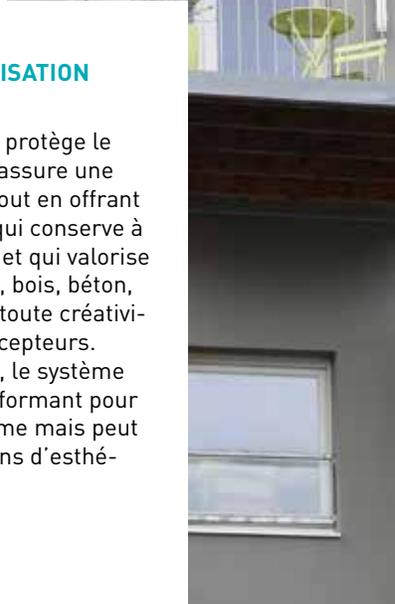
La galvanisation à chaud protège le métal de la rouille et lui assure une pérennité remarquable tout en offrant un aspect visuel neutre qui conserve à l'acier toute sa noblesse et qui valorise les matériaux tendances, bois, béton, verre. Elle permet aussi toute créativité aux architectes et concepteurs.

La galvanisation à chaud, le système anticorrosion le plus performant pour l'acier, se suffit à lui-même mais peut être peint pour des raisons d'esthétique.



D'info

Demandez notre guide à votre correspondant France Galva.



ASSURANCE

Ce cliché 7 est utilisé par les compagnies d'assurance comme référence pour la délivrance d'une garantie anticorrosion. (R13 = Norme Française ou Re3= Norme Européenne). Ainsi, elle permet d'évaluer le taux d'enrouillement d'un produit ou d'une structure.

Pour vos gros chantiers, le groupe France Galva peut vous proposer une assurance anticorrosion liée à l'environnement d'implantation de votre ouvrage. Cette assurance est soumise à étude et la signature d'un contrat entre les parties.



**Galvanisation
à chaud
Anticorrosion**

Environnement	Épaisseur mini de revêtement de la galvanisation à chaud	Garantie anticorrosion Exemple : C2 : 15 : galva seule (15) : avec peinture
C2	55	15 (16)
	70	
	85	
	100	
	120	
C3	55	14 (15)
	70	14 (15)
	85	15 (16)
	100	15 (16)
	120	15 (16)
C4	55	10 (12)
	70	11 (13)
	85	14 (16)
	100	14 (16)
	120	14 (16)
C5	55	7 (9)
	70	8 (10)
	85	9 (11)
	100	10 (12)
	120	12 (14)
Zones avec parties en zones de marnage ou soumises à des éclaboussures et embruns	Nous consulter	

UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL ET TECHNOLOGIQUE D'EXCELLENCE

La réalisation de la galvanisation à chaud est effectuée par France Galva dans ses dix sites de production, selon un mode opératoire exécuté et contrôlé par des normes européennes et internationales précises, ce qui confère une grande fiabilité à cette technique et à la protection anticorrosion des pièces.

france
galva



Bâtiment
Construction



Agriculture



Transport



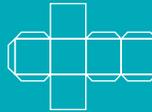
Mobilier
urbain



Energie



Équipement



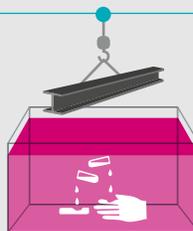
UN PROJET ?



UN BESOIN ?

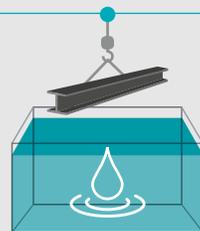


UNE IDÉE ?



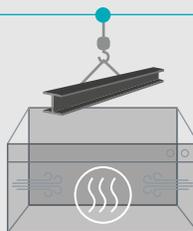
Fluxage

Une couche protectrice est déposée pour éviter la ré-oxydation avant la galvanisation.



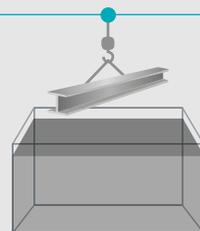
Rinçage

Entre chaque immersion, des étapes de rinçage s'insèrent dans le procédé pour éviter de polluer les bains.



Séchage

Les pièces sont ensuite séchées dans une étuve (four de séchage).



Galvanisation

Les pièces sont immergées dans un bain de zinc fondu à 450 °C. Le temps d'immersion varie selon l'importance de la charge, de la dimension et de l'épaisseur de la pièce.



À VOTRE ÉCOUTE

- > Aide à la conception
- > Chiffrage / Offre de prix
- > Ordre de transport

PENSEZ
À RÉSERVER
VOTRE
PASSAGE



Commande client



Réception des pièces brutes



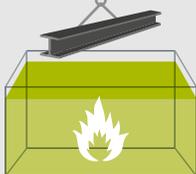
Pesée



Vérification de l'aptitude à la galvanisation (norme de conception NF EN ISO 14713)



Accord pour galvanisation



Décapage

Les traces de rouille et de calamine sont éliminées.

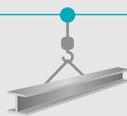


Rinçage



Dégraissage

Les huiles et autres corps gras sont solubles.



Les pièces sont ensuite refroidies à l'air libre, décrochées et contrôlées. Une étape de finition est effectuée.



Contrôle qualité



Pesée



Expédition des pièces galvanisées dans toute la France

PENSEZ À RÉSERVER
VOTRE
TRANSPORT !

SYSTÈMES DE PROTECTION DE L'ACIER - COMPARATIF

Type de protection	Désignation	Applicable sur site	Gestes avant galvanisation	Pénètre dans les corps creux	Liaison intermétallique
Encapsulage (les rayures peuvent entraîner la corrosion)	Cataphorèse	Non	Dégraissant puis phosphotation Be	Non	Non
	Phosphatation	Non	Décapage acide sulfurique Be	Oui	Non
	Peinture poudre	Non	Décapage mécanique manuel ou par cabine. Attention à l'état de propreté Sa2 ou Sa 2 ½	Non	Non
	Peinture liquide	Oui et non	Décapage mécanique. Attention à l'état de propreté Sa2 ou Sa 2 ½	Non	Non
Effet sacrificiel	Shooping/ Métallisation	Oui	Grenaillage avec un Ra minimum pour assurer la liaison St2	Non	Non
	Galvanisation à chaud (la dureté superficielle protège l'acier de la corrosion)	Non	Dégraissant, décapage, acide, fluxage Be	Oui	Oui
	Galvanisation à froid	Oui	Décapage mécanique manuel ou par cabine. Attention à l'état de propreté Sa2 ou Sa 2 ½	Non	Non
	Electro-zingage	Non	Dégraissant, nettoyage électrolytique, puis décapage acide Be	Non	Non
	Peinture riche en zinc	Oui	Décapage mécanique manuel ou par cabine. Attention à l'état de propreté Sa2 ou Sa 2 ½		
	Parkérisation	Non	Dégraissant, décapage acide Be	Oui	Oui
	Sendzimir	Non	Dégraissant, décapage acide Be	Oui	Non



En savoir +

Galvanisation en continu : le Sendzimir

L'acier est galvanisé à haute vitesse, un flux de gaz chasse le zinc avant son refroidissement sur la tôle pour limiter l'épaisseur déposée. Il s'agit bien d'une dépose. En effet, le bain de zinc est à haute teneur en aluminium (5 %), ce qui permet de plier les pièces sans effet de craquelures.

Cependant, ce procédé empêche la création de liaisons intermétalliques, contrairement au procédé de la galvanisation à chaud.

Attention :

Le poids par m² annoncé de zinc par les fabricants concerne les deux faces (exemple : 275 g soit en réalité 137 g par face, donc environ 18 µm).



DES ACIERS BIEN PROTÉGÉS

Dans le cas de la galvanisation à chaud par trempe, les différentes couches zinc/fer et la dureté supplémentaire qu'elles apportent, protègent contre le gravillonnage l'acier des matériels routiers. Ses qualités combinées rendent la galvanisation à chaud incontournable pour les matériels de conditionnement et de manuten-

tion. Elle est indispensable dans les milieux très exigeants où rien « ne tient »: matériels agricoles, éléments d'élevage, matériels routiers, pontons marins. Mais aussi lorsque la corrosion présente un véritable danger : garde-corps, ligne de vie, barrière, échafaudage, candélabre. Et bien sûr pour les structures de bâtiment.

Le saviez-vous ?



Procédés



Normalisation



Épaisseur du revêtement* (micron)

Procédés	Normalisation	Épaisseur du revêtement* (micron)
Galvanisation à chaud . Par trempe . Produits finis	NF EN ISO 1461	≥ à 85 = à 85 à 150
En continu . Tôles en continu	NF EN 10142 NF E10147 Épaisseur courante	7 à 20 par face 20
. Tubes en continu	NF EN 10240	40 à 50
. Fils en continu	NF A 91-131	20 à 30

*l'épaisseur du zinc est liée à l'épaisseur de la pièce, la norme démarre à 45 µm



Tube procédé Sendzimir

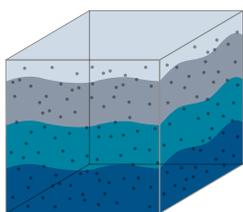
A NOTER :

Produits galvanisés en continu : tôles et tubes type « Sendzimir »

Le poids annoncé dans la référence type 275 est à diviser par deux pour obtenir le poids de zinc sur une face au m². L'épaisseur de galvanisation varie donc de 7 à 20 µm.

L'attaque de corrosion due à l'environnement - le contact avec le bois augmente l'humidité localement ou l'acidité - va très largement impacter la durée de vie du produit. Ainsi par exemple, un claustra en tube sendzimir en environnement de campagne a une durée de vie de 5 ans.

UN MATELAS DE PROTECTION POUR DES ACIERS BIEN PROTÉGÉS



- < **Couche ETA**
100% Zn
Indice dureté 70 DPN*
- < **Couche ZETA**
94% Zn 6% Fe
Indice dureté 179 DPN*
- < **Couche DELTA**
90% Zn 10% Fe
Indice dureté 244 DPN*
- < **Base acier**
Indice dureté 159 DPN*

*DPN : diamond pyramid number = mesure de dureté Vickers

Seule la galvanisation à chaud ou par trempe avec ses faibles valeurs d'aluminium ou d'autres additifs permet les liaisons fer/zinc qui assurent cette dureté importante. 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 la création en surface d'une couche passivante stable de carbone de zinc.

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

CORROSIVITÉ



Perte d'épaisseur

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

Attention !

- La norme NF EN ISO 14713 détaille la conception des pièces pour la galvanisation à chaud.
- La norme ISO 12944-3 reprend les règles qui indiquent l'état de l'art des pièces à peindre.

L'ACIER GALVANISÉ, LE CHOIX ÉCOLOGIQUE PAR EXCELLENCE

L'acier galvanisé offre des atouts incontestables en matière de haute qualité environnementale du cadre de vie et des bâtiments, répondant aux attentes des architectes, concepteurs, développeurs et clients, de plus en plus préoccupés par les questions environnementales.

**L'ACIER
GALVANISÉ
À CHAUD EST
LA RÉPONSE**

LES AVANTAGES DE L'ACIER

De la construction...

- _ Reprise de contraintes structurelles
- _ Mise en œuvre simplifiée (baisse des consommations d'eau sur le site de construction, centrale à béton réduite, moyens de levage ponctuels)
- _ Rotations de camions réduites de 5 fois par rapport aux autres moyens traditionnels
- _ Calculs des structures et des portées fiables

... à l'exploitation

- _ Façades ouvertes vers le soleil
- _ Ombrières de façade, de parking
- _ Bâtiment double peau

Il faut assurer une pérennité aux ouvrages ainsi réalisés et l'acier galvanisé à chaud est LA réponse :

- _ La galvanisation améliore la tenue de la peinture de 20 à 50 % et engendre moins d'émissions carbone, une couche de peinture étant suffisante dans le processus d'application.
- _ L'acier est une très bonne réponse pour le parasismique (le fer est prévisible et calculable) : moins d'énergie, moins d'entretien.



100 % recyclable...

Le zinc est un métal non ferreux qui peut être réutilisé indéfiniment en conservant toutes ses propriétés. La filière zinc est depuis longtemps le bon élève du recyclage : 36 % des produits sont directement recyclés.

Et 30 % de la production mondiale est aujourd'hui issue de zinc recyclé et récupéré en fin de vie, parfois de nombreuses années après sa première mise en œuvre !

... et 100 % responsable

Economique en énergie et en eau, résistant et durable, l'acier galvanisé satisfait à toutes les exigences du Grenelle de l'environnement en matière d'éco-construction.

Associé à d'autres matériaux, il permet une multitude de solutions d'isolation thermique et acoustique et il conserve toutes ses propriétés pendant toute la durée de vie de l'ouvrage. Le produit galvanisé - le zinc sous forme métallique - ne présente pas de toxicité aiguë, que ce soit par inhalation ou par voie orale. Il est donc considéré habituellement comme neutre.

Une longévité exceptionnelle, sans entretien

Les pièces protégées par la galvanisation à chaud ont une longévité exceptionnelle, dans tous les milieux, mais aussi au contact de l'eau, des sols ou de nombreux produits organiques. Ainsi, dans un environnement standard industriel urbain dit C3 (norme NF EN ISO 12944-2), le zinc perdra entre 0,7 et 2 µm par an, l'acier nu entre 25 et 50 µm par an.

Le procédé de galvanisation offre donc entre 25 et 40 fois plus de protection.

Une pièce galvanisée à chaud ne demande aucun entretien pendant plus de 30 ans, dans des conditions normales d'exposition.



De **25** à **40** fois plus de protection

Une industrie propre...

Les usines du groupe France Galva, toutes certifiées ISO 9001 et OHSAS 18001 pour le management de la qualité et de la sécurité, sont engagées dans une démarche drastique et volontaire de réduction des émissions avec l'installation de hottes aspirantes de récupération des émanations et du retraitement des fumées.

Afin d'assurer une utilisation optimum des bains d'acide et de fluxage sur les sites, les paramètres physico-chimiques sont contrôlés en continu. Les ajouts pour compenser l'évaporation et le vieillissement sont suivis par ordinateur afin que les traitements perdurent le plus longtemps possible dans leur zone d'efficacité optimale.

Le procédé de galvanisation à chaud génère principalement deux types de

déchets, les cendres et les mattes, qui sont recyclées et valorisées. Du fait de leur richesse en zinc, les mattes sont réutilisées en zinc de deuxième fusion, dans le processus de galvanisation à chaud.

Le processus utilise des acides dilués pour le décapage des pièces. Ces acides sont récupérés par des sociétés agréées pour en assurer le recyclage et le traitement.

... et de proximité

Avec 10 usines réparties sur le territoire français, France Galva offre à ses clients une proximité qui permet de minimiser les coûts environnementaux et économiques de transport.

Dans de nombreux cas, la pièce galvanisée est livrée directement sur le chantier de construction depuis l'usine de galvanisation.

+
Le saviez-vous ?

1 tonne



D'ACIER GALVANISÉE À CHAUD



100 kg

DE CO₂ ÉMIS



100 km

POUR UN CAMION ÉCONOMIQUE EURO 6

**1 Aller Paris/
New-York en avion**

=

**341 000 kg
de CO₂ émis**



GALVANISATION + PEINTURE : LE CHOIX GAGNANT

Une passe de peinture et une passe de galvanisation sont similaires en termes d'émission de CO₂.

Par exemple :

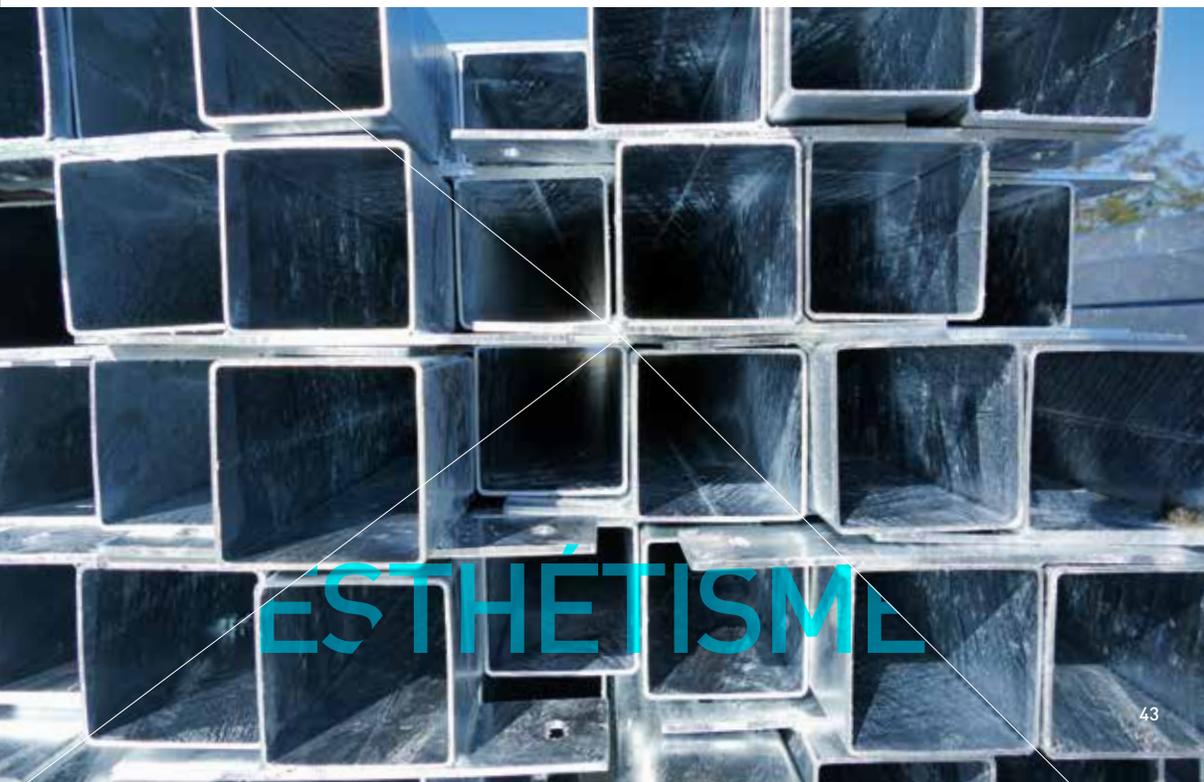
- _ un IPN de 300 sur 8 m va générer 35 kg de CO₂ pour la peinture contre 39 kg pour la galvanisation,
- _ un HEA de 200 sur 4 m va générer 19 kg de CO₂ pour la peinture contre 15 kg pour la galvanisation.

Toutefois la peinture nécessite plusieurs passages à l'étuve : le poids de CO₂ émis sera donc multiplié d'autant.

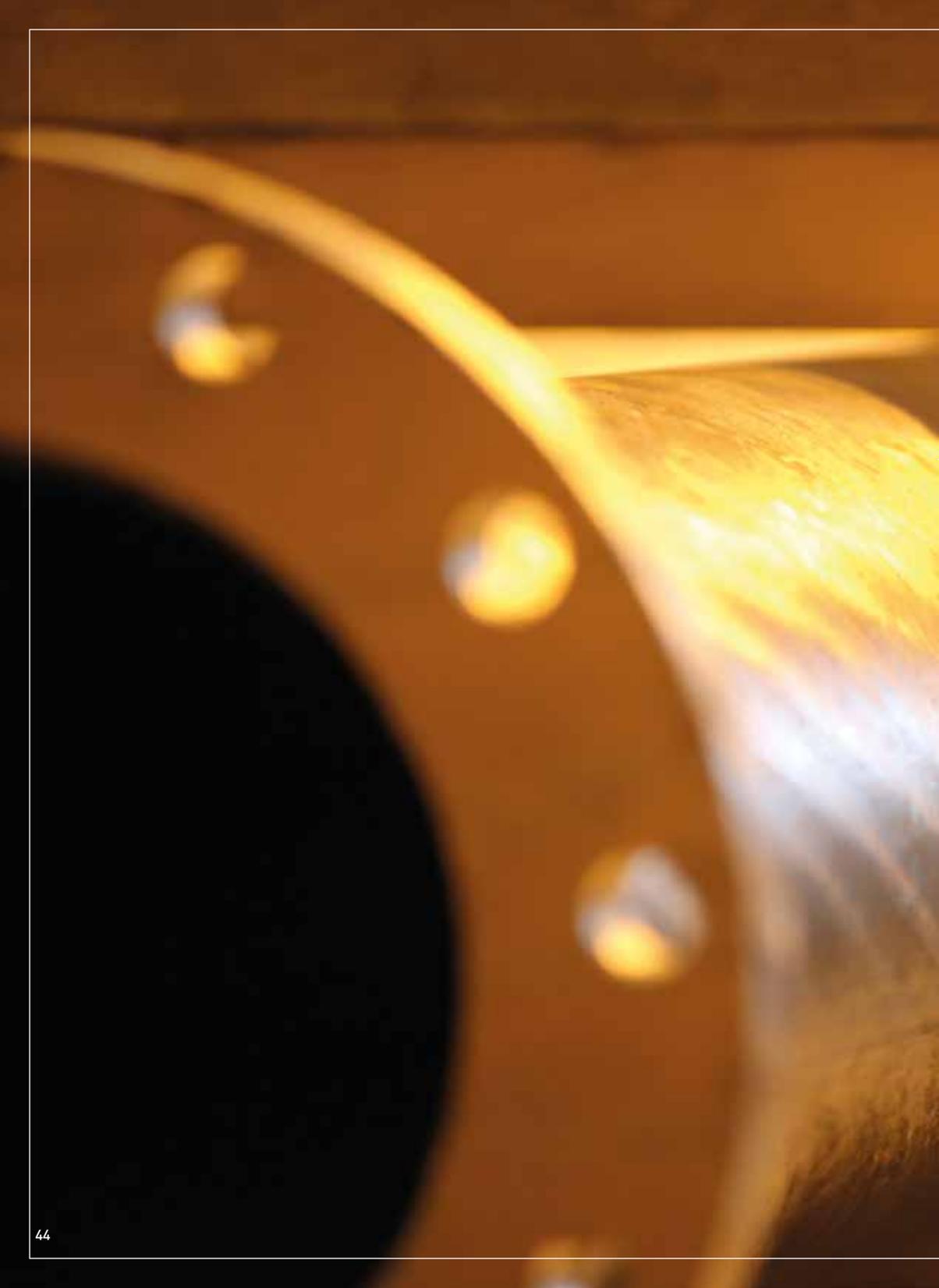
Le bilan carbone en dynamique, c'est-à-dire à l'exploitation de l'ouvrage, sera en faveur de la galvanisation à chaud.

La longévité de son action anticorrosion est 3 à 5 fois supérieure à la peinture dans les mêmes conditions environnementales (norme NF EN ISO 12944-2).

Si l'esthétisme de l'acier galvanisé à chaud ne peut être retenu, la galvanisation à chaud avec une couche de peinture offre la meilleure solution en combinant un bilan carbone remarquable et un coût d'entretien réduit.



ESTHÉTISME



05

**SAVOIR LIRE LES
DÉSIGNATIONS**

NOTATIONS DE L'ACIER SUIVANT LA NORME 10027-1

Est appelé acier un matériau dont le fer est l'élément prédominant et dont la teneur en carbone est inférieure à 2 % (valeur généralement retenue pour séparer l'acier de la fonte).

NB : Certains aciers au chrome peuvent avoir des teneurs supérieures à 2 %, mais ce sont des cas d'espèce.

Deux systèmes de désignation ont été retenus :

1. LES ACIERS NON ALLIÉS À USAGE GÉNÉRAL

Les aciers non alliés à usage général sont désignés à partir de leurs caractéristiques mécaniques et physiques, et utilisés pour un façonnage ou désignés à partir de leur emploi fils tôles.

Le codage est réalisé à partir d'une lettre suivie d'une valeur numérique.

E	Acier de construction mécanique Résistance élastique mini RE mini en MPa	S	Acier de construction et aciers à grains fins Résistance élastique mini RE mini en MPa	H	Acier à haute résistance laminé à froid Résistance élastique mini RE mini en MPa
P	Acier pour appareil sous pression Résistance élastique mini RE mini en MPa	D	Acier d'emboutissage, formage Degré d'emboutissabilité	B	Acier pour béton armé Résistance élastique mini RE mini en MPa
R	Acier pour ou sous forme de rail Dureté Brinell mini	L	Acier pour conduite sous forme de tube Résistance élastique mini RE mini en MPa	Y	Acier de précontrainte Résistance à la traction en MPA
M	Acier magnétique 100 fois les pertes totales en W/kg 100 fois l'épaisseur nominale du produit	T	Lettre H produits recuits en continu - S pour les produits recuits Résistance élastique mini RE mini en MPa		

Ainsi un S335 sera un acier de construction avec 335 MPa de Re mini soit 335 N/mm² de section. Un E355 sera un acier de construction mécanique avec 355 MPa de Re mini soit 355 N/mm² de section.

Une désignation S235 peut être suivie des lettres J, K, L.

J désigne par exemple l'énergie à la rupture 27 J/cm². Suivie de R, elle est garantie à 20°C. Suivie du chiffre 2, elle est garantie à -20°C.

S335 J3 sera donc un acier de construction de 335 MPa avec 27 J/cm² garanti à -30°C.

D'autres désignations peuvent suivre : S335 J3 G2 Z.

En plus pour G un acier calmé, et galvanisé pour le Z (si le G est avant la désignation, il indique une pièce moulée GS235).

2. LES ACIERS DÉSIGNÉS À PARTIR DE LEUR COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LEURS ÉLÉMENTS D'ALLIAGES

On distingue 4 cas pour les autres aciers.

1. LES ACIERS NON ALLIÉS SPÉCIAUX

Leur désignation commence par un C, suivi du pourcentage de carbone multiplié par 100. Un C45 aura donc 0,45 % de carbone. Comme précédemment une lettre peut suivre :

Lettre indice	Destination de la pièce
G	Pièce moulée
U	Destinée à l'outillage
S	Ressort
D	Tréfilage de fils d'acier
C	Formage à froid
E	Teneur en soufre maxi en 1/100 de %
R	Fourchette en soufre indiquée en 1/100 de %

C45R20 aura donc 0,02 % de soufre.

Éléments d'alliage	Symbole chimique
Aluminium	Al
Béryllium	Be
Bore	B
Bismuth	Bi
Carbone	C
Ceryum	Ce
Chrome	Cr
Cobalt	Co
Cuivre	Cu
Manganèse	Mn
Magnésium	Mg
Molybdène	Mo
Nickel	Ni
Niobium	Nb
Phosphore	P
Silicium	Si
Soufre	S
Tantale	Ta
Tungstène	W
Vanadium	V
Zirconium	Zr





2. LES ACIERS FAIBLEMENT ALLIÉS

La teneur de l'élément principal d'addition est inférieure à 5 %.

Exemple

- 34 Cr Mo 4 (34/100) 0,34 % de carbone et Cr est le chrome catégorie 4/4 soit 1 %
- 36 Ni Cr Mo 16 (36/100) 0,36 % de carbone et Ni désigne le Nickel 16/4 soit 4 %
- 42 Cr Mo 4 acier pour la boulonnerie haute résistance 0,42 % de carbone 1 % de chrome et moins de 1 % de molybdène

3. LES ACIERS FORTEMENT ALLIÉS

Au moins un des éléments d'alliage est supérieur à 5 %.

Le système de lecture est le même mais attention le % est en lecture directe.

Exemple

X5 Cr Ni Mo 17-12

X indique qu'il s'agit d'un acier fortement allié ou d'un inox qui n'est qu'un acier fortement allié au chrome. C'est le pourcentage de cet élément qui déterminera son appartenance à cette famille 5 soit 0,05 % de carbone

Cr désigne le chrome 18 son élément d'addition le chrome lecture directe du pourcentage 17 %

Ni désigne le Nickel 12 son élément d'addition le nickel 12 % de nickel

Mo présence de molybdène

4. LES ACIERS ALLIÉS DESTINÉS À LA COUPE RAPIDE TYPE HSS ET HSSE

Ils commencent par HS, suivi du pourcentage de tungstène, molybdène, vanadium, cobalt.

Facteur diviseur

Symbole chimique, désignation, % théorique maxi des éléments

Facteur diviseur	Symbole chimique, désignation, % théorique maxi des éléments
4	Cr Chrome 0,30 %
	Co Cobalt 0,10 %
	Mn Manganèse 1,65 %
	Ni Nickel 0,30 %
	W Tungstène 0,10 %
10	Al Aluminium 0,10 %
	Be Béryllium NC
	Cu Cuivre 0,40 %
	Mo Molybdène 0,08 %
	Nb Niobium 0,06 %
	Pb Plomb 0,40 %
	Ta Tantale NC
100	Ti Titane 0,05 %
	V Vanadium 0,10 %
	Zr Zirconium NC
	Ce Cérium NC
	Ni Nickel 0,30 %
1000	P Phosphore 0,1%
	S Soufre 0,05 %
	B Bore 0,0008 %

LES INOX

Très utilisés, leur réputation provient de leur résistance aux produits chimiques corrosifs et à la corrosion en général. Cette protection est produite par le métal qui fait monter à sa surface un complexe d'oxydes et d'hydroxydes de chrome. Cette couche très mince de 1 à 2,5 nanomètres est transparente : sa faible épaisseur rend la perte de matière négligeable. Des alliages sont ajoutés : le nickel va améliorer la tenue aux acides et le molybdène va protéger la couche de passivation des chlorures.

Les aciers inoxydables sont classés en 4 grandes catégories :

1. LES AUSTÉNITIQUES

Nommés de : A1 à A5 teneur en chrome de 17 % minimum et 7 % de nickel

> A1 nuance destinée à l'usinage en principe : ce groupe présente une haute teneur en soufre qui améliore l'usinabilité.

> A2 nuance la plus utilisée : élément de cuisine industrielle, éléments de fixation.

Attention, cette nuance sensible au chlore ne convient pas pour les piscines et le bord de mer.

> A3 sensiblement identique à A2 stabilisé.

> A4 allié au molybdène : cette nuance résiste aux acides et aux environnements chlorés, elle est donc utilisée en industrie navale et alimentaire.

> A5 sensiblement identique à A4 stabilisé.

2. LES MARTENSITIQUES

Nommés de : C1 à C4 teneur en chrome de 12 à 19 % et une teneur en carbone de 0,08 à 1,2 %.

Ils peuvent être alliés avec du molybdène, du nickel, et des éléments d'addition titane, vanadium, et sont souvent proposés en recuit : trempe et revenu à 220°C pour une résistance mécanique maximale, ou trempe et revenu à des températures > à 500°C. Les métallurgistes offrent alors des produits de compromis entre résilience, résistance à la corrosion et à la fatigue mécanique. La présence de carbone détériore la tenue à la corrosion.

> C1 usage industriel courant anti corrosion même caractéristique globale anti corrosion que la nuance A1.

> C3 résistance à la corrosion améliorée.

> C4 usinabilité améliorée.

3. LES FERRITIQUES

Nommés F1 alliage de fer et de chrome ou de fer et de molybdène.

> F1 nuance à la résistance à la corrosion faible utilisé dans l'électroménager. L'ajout de molybdène améliore la tenue à la corrosion.

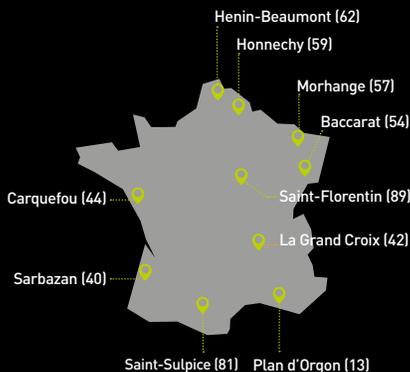
4. LES AUSTÉNO-FERRITIQUES

Nommés composés de 20 à 30 % de chrome et de 2 à 10 % de nickel parfois avec 4,5 % molybdène. L'obtention de ces nuances, agrégats de ferrite et d'austénite, donne des inox hyper trempés avec des limites élastiques élevées.

Exemple de désignation d'un inox X2CrNiMo 17-12-2 : 0,02 % de carbone 17 % de chrome 7 % de nickel 2 % de molybdène.

C'est donc un acier fortement allié au chrome donc un inox avec 17 % de chrome et 7 % de nickel : c'est un austénitique... l'un des inévitables 316L.

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 Terras 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