

Aciers inoxydables

1 QU'EST-CE QUE L'ACIER INOXYDABLE?

Il existe diverses expressions pour désigner des aciers qui résistent à la corrosion, comme «inoxydable, acier au chrome, au chrome nickel, acier V2A ou V4A», etc., qui évoquent souvent pour le profane des idées erronées ou exagérées. Tous ces termes seront réunis par la suite sous le nom «acier inoxydable». Dans toutes ces expressions, il faut prendre en considération que la résistance d'une matière dépend de sa composition chimique, de son traitement et de l'agressivité de son environnement. Une prise en compte erronée ou insuffisante de ces relations peut conduire à des dégâts catastrophiques. D'autre part, par l'emploi adéquat d'aciers inoxydables, malgré des frais d'investissement plus élevés, vu sur toute la durée de vie, d'appreciables économies sont réalisables par la suppression ou la réduction des travaux d'entretien. La condition en est toutefois de clarifier en détail les mécanismes possibles de la corrosion déjà au moment du projet. Les aciers inoxydables sont des alliages à base de fer, c'est-à-dire qu'ils se composent au moins de 50% de fer, à l'exception de quelques sortes fortement alliées et particulièrement résistantes à la corrosion.

Un acier est désigné comme inoxydable s'il ne se corrode pas à l'air humide ou dans de l'eau pure contenant de l'oxygène.

2 CORROSION

2.1 Qu'est-ce que la corrosion?

En relation avec les aciers inoxydables, il est inévitable de se trouver confronté au terme de «corrosion». Selon la norme DIN 50900, on définit la «corrosion» comme la «réaction d'une matière métallique avec son environnement, qui produit un changement mesurable de la matière et qui peut conduire à la dégradation de la fonction d'un élément de construction métallique ou de tout un système». On peut pour simplifier désigner la «corrosion» comme étant la «destruction d'une matière métallique par son environnement (dissolution du métal)». La corrosion ne peut avoir lieu que si l'acier entre en contact avec un environnement (fluide) présentant une action corrosive. Sur les aciers non alliés, l'eau pure qui contient dans la plupart des cas une certaine quantité d'oxygène dissout à une action corrosive. L'acier n'a alors pas besoin d'être nécessairement plongé dans l'eau, une humidité de l'air relativement haute suffit déjà.

Le fait qu'un acier se corrode dépend fortement des facteurs suivants:

- alliage (matière)
- concentration des substances ayant une action corrosive dans l'environnement (fluide)
- température
- éventuelles impuretés dans le fluide

De faibles variations de température, de concentration et d'impuretés déjà peuvent selon les circonstances conduire à un changement notable de la vitesse de corrosion!

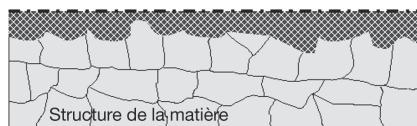
2.2 Genres de corrosion

2.2.1 Genres de corrosion

La corrosion présente divers mécanismes et phénomènes qui seront décrits brièvement dans ce qui suit. On distingue les phénomènes suivants de corrosion, qui sont cependant tous dus à la même cause, soit une «passivité insuffisante» de l'acier aux conditions en présence:

- Corrosion uniforme ou générale (anglais: uniform corrosion)
- Corrosion par piqûres (anglais: pitting)
- Corrosion dans les fissures (anglais: crevice corrosion)
- Corrosion galvanique ou par contact (anglais: galvanic corrosion)
- Corrosion intercristalline ou aux joints des grains (anglais: intergranular corrosion)
- Corrosion fissurante sous tension (anglais: stress corrosion cracking SCC)
- Corrosion par fatigue (anglais: corrosion fatigue)
- Corrosion par érosion (anglais: erosion corrosion)
- Rouille erratique (anglais: rust film, initial easily removable rust)

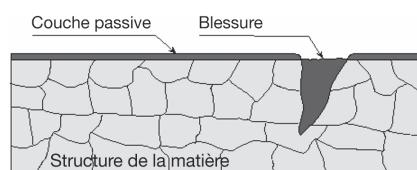
2.2.2 Corrosion uniforme ou générale



On parle de corrosion uniforme quand tous les endroits de la surface se corrodent régulièrement. Au contraire des autres formes de corrosion, celle-ci est bien visible à l'œil nu. Par des essais en laboratoire ainsi que dans la pratique, on peut très bien déterminer, pour ce genre d'attaque, la vitesse de diminution de la matière en fonction de la concentration et de la température, c'est-à-dire que ces valeurs peuvent être utilisées pour des calculs (surépaisseur de corrosion, calcul de la durée de vie).

Si un acier présente, sous certaines conditions de corrosion (fluide, concentration, température) une **vitesse de corrosion de moins de 0.1 mm/année**, il est désigné comme «résistant à la corrosion sous ces conditions».

2.2.3 Corrosion par piqûres (induite par le chlore)



Dans la corrosion par piqûres, il se produit sous l'action du fluide corrosif des attaques localisées dans le matériel de base, sous la forme de petits creux, alors que la plus grande partie de la surface de la matière reste passive et sans dommage. Ces creux sont dispersés irrégulièrement, ils deviennent toujours plus profonds et peuvent perforer une tôle ou un tube en un temps très court. La corrosion par piqûres se produit en présence d'ions d'halogénures (atomes chargés électriquement de chlore, fluor, iodé ou bromé), les ions chlorure et bromure étant les plus agressifs. Les processus de la corrosion par piqûres sont complexes. On remarque que la surface passive de l'acier résistant à la corrosion se perfore en certains points, ces points étant actifs et moins nobles que le reste de la surface.

Aciers inoxydables

Ces endroits actifs où la matière se dissout forment des anodes, alors que le reste de la surface représente la cathode. Il se forme de cette façon des éléments galvaniques qui produisent des courants électriques. Les anodes et les cathodes sont ici parcourues par les mêmes intensités de courant. La surface de la partie active moins noble étant très petite, il en résulte une forte densité de courant et ainsi une grande vitesse de dissolution. C'est ainsi que s'expliquent les perforations ponctuelles rapides qui se présentent souvent dans la pratique.

De nouvelles méthodes d'examen montrent que les attaques ont toujours lieu dans les parties hétérogènes de la matière (impuretés). La pureté de la matière a donc une grande importance. La résistance à la corrosion par piqûres peut en outre être influencée par les éléments d'alliage:

élément	résistance à la corrosion par piqûres augmentée	résistance à la corrosion par piqûres diminuée
Chrome (Cr)	×	
Nickel (Ni)	×	
Molybdène (Mo)	×	
Azote (N)	×	
Titane (Ti)		×
Niobium (Nb)		×
Soufre (S)		×
Sélénium (Se)		×
Carbone (C)		×

Le Mo élève considérablement la résistance dans les solutions contenant des chlorures. L'effet augmente avec la teneur en Mo et elle est la plus grande après une passivation chimique de la surface.

Le risque de corrosion par piqûres peut aussi être diminué par la construction, en veillant à ce que l'appareil ne présente ni fentes ni cavités où les ions d'halogénures peuvent se concentrer. La qualité de la surface a fréquemment une influence marquante sur la résistance. Une surface décapée, rectifiée ou finement polie et passivée présente la meilleure résistance. La résistance d'une matière à la corrosion par piqûres peut être déduite de la somme efficace (valeur PRE). Il s'agit dans ces indications de valeurs empiriques qui doivent être prises comme indicatives. Les valeurs donnent un point de repère indiquant que la matière présente une résistance meilleure ou moins bonne qu'une autre.

Somme efficace PRE (Pitting Resistance Equivalent)

$$PRE_{16/30} = \%Cr + 3.3 \times \%Mo + 16(30) \times \%N$$

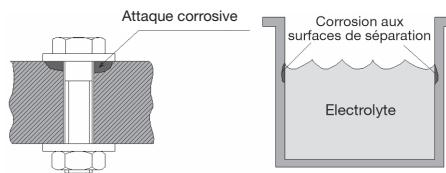
Les valeurs approximatives PRE₁₆ pour une composition moyenne d'alliage sont indiquées dans le tableau 7.2.

La prévention la plus sûre de corrosion par piqûres est obtenue par la protection cathodique, où deux procédés sont appliqués:

a) principe de l'anode perdue: des électrodes d'un métal moins noble, par ex. en magnésium (Mg) ou en zinc (Zn) plongent dans le fluide. Ces électrodes sont reliées électriquement à la matière qui doit être protégée. Il se forme un élément galvanique (pile) et le métal moins noble se dissout, c'est-à-dire que l'anode perdue disparaît progressivement et qu'elle doit être remplacée.

b) principe de la source de courant extérieure: application d'un courant électrique d'une source extérieure de courant continu, l'acier inoxydable étant raccordé au pôle négatif de la source de courant. On couple également une électrode auxiliaire de platine, de graphite ou analogue, plongée dans le fluide. Ces électrodes auxiliaires ne doivent naturellement pas entrer en contact avec l'acier à protéger.

2.2.4 Corrosion dans les fissures

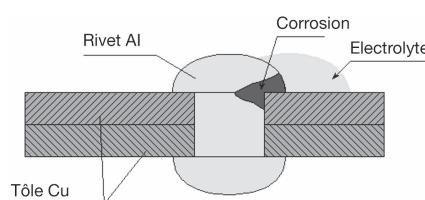


Ce genre de corrosion a lieu de préférence dans les jeux et les cavités nécessités par la construction. Si un liquide remplit une fente étroite entre deux parois de matières, la solution y est souvent retenue, c'est-à-dire que de la boue et des impuretés s'y déposent. Cela conduit d'une part à ce que l'oxygène nécessaire pour la passivation ne peut plus parvenir en quantité suffisante à la surface de l'acier et d'autre part à ce que des substances corrosives puissent s'enrichir. Cela conduit forcément à une attaque localisée. On trouve entre autres la corrosion dans les fissures sous des joints, des assemblages vissés, des incrustations (par ex. calcaire), etc.

On devrait viser, comme mesure de protection, des constructions sans jeux ou alors avec des jeux assez ouverts pour faciliter l'accès de l'oxygène.

Si des incrustations (par ex. calcaire) doivent être attendues, il est judicieux de polir les pièces correspondantes ou de former la construction de telle sorte qu'une visite et un nettoyage de ces parties soient rendus possibles.

2.2.5 Corrosion galvanique (ou par contact)



Ce genre de corrosion peut se produire si l'acier est en contact conducteur de l'électricité dans un électrolyte avec une autre matière conductrice d'électricité (en général un métal). Des courants galvaniques s'écoulent alors dans l'électrolyte. Selon la position du métal par rapport à l'acier inoxydable dans la série des tensions électrolytiques, la résistance à la corrosion de l'acier peut augmenter ou diminuer.

Certains électrolytes peuvent placer un acier inoxydable dans un état tel qu'ils peuvent traverser la couche de protection passive. Le potentiel de l'acier s'en trouve réduit et peut devenir inférieur au potentiel du métal en contact.

Le potentiel des métaux et alliages peut varier selon la concentration et la composition chimique de l'électrolyte. Pour des assemblages, il faudrait donc utiliser des matériaux de même nature. Si ce n'est pas possible pour diverses raisons, le matériau le plus noble devrait être recouvert par une peinture ou un revêtement de matière plastique ou les deux métaux devraient être complètement isolés l'un de l'autre.

Aciers inoxydables

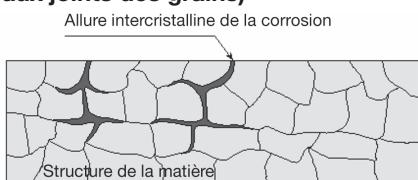
Le tableau suivant montre quels assemblages de matériaux (matériaux en contact électrique direct) peuvent être utilisés et sous quelles conditions:

	acier inoxydable	acier C	bronze d'alu	bronze au phosphore	cuivre	fonte	aluminium	zinc
acier inoxydable	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓
acier C	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗
bronze d'alu	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
bronze au phosphore	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
cuivre	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗
fonte	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗
aluminium	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
zinc	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓

- ✓ L'assemblage peut être utilisé sous toutes les conditions
- ✓ L'assemblage peut être utilisé sous des conditions **sèches**
- ✗ L'assemblage ne doit pas être utilisé

Les aciers inoxydables austénitiques peuvent être utilisés entre eux sans risque (par ex. 1.4301 et 1.4435).

2.2.6 Corrosion intercristalline (ou aux joints des grains)



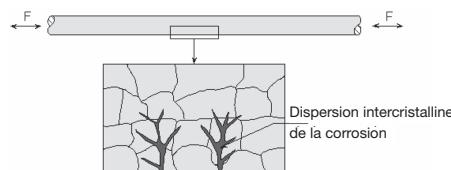
La corrosion intercristalline est un problème connu sur les aciers austénitiques et ferritiques. Si un acier est maintenu pendant une longue durée à des températures comprises entre 500 et 900 °C environ (acières austénitiques), respectivement à plus de 1000 °C (acières ferritiques), par ex. lors d'un traitement thermique ou du soudage, des carbures de chrome peuvent se séparer aux joints des grains. On enlève ainsi à l'environnement le chrome important pour la protection contre la corrosion, ce qui signifie que la zone du joint des grains s'appauvrit en chrome et que la résistance à la corrosion diminue à cet endroit. Une éventuelle corrosion se propage ainsi le long des joints des grains et provoque la destruction de la structure.

Mesures pour empêcher ce genre de corrosion:

1. Réduction de la teneur en carbone à moins de 0,03% (par ex. 1.4306/07 ou 1.4404/32/35) puisque la formation de carbures est influencée par la quantité de carbone disponible.
2. Stabilisation / liaison du carbone par des éléments d'alliage fortement carburigènes comme le niobium ou le titane (1.4541 resp. 1.4571). Ces méthodes ont été utilisées autrefois entre autres, quand les techniques de réduction de la teneur en carbone n'étaient pas encore au point. L'emploi de ces matériaux stabilisés n'est plus adéquat aujourd'hui que pour de hautes températures de service, de plus de 300 °C environ. Pour des températures de service plus basses, la préférence est donnée aux matériaux à bas carbone (voir point 1). En Allemagne, ces matériaux sont encore répandus pour des raisons de tradition.

3. Recuit de recristallisation à des températures de plus de 1050 °C (acières austénitiques), respectivement entre 750 et 850 °C environ (acières ferritiques), suivi d'un refroidissement rapide. Les carbures se trouvent ainsi de nouveau dissous et la sensibilité aux attaques aux joints des grains est éliminée.

2.2.7 Corrosion fissurante sous tension (SCC - stress corrosion cracking)



Pour que se produise une corrosion fissurante sous tension, les 3 facteurs suivants doivent toujours être présents:

1. des contraintes de traction,
2. un fluide agressif et
3. un matériau sensible à la SCC

La SCC est déclenchée par des contraintes de traction internes ou appliquées de l'extérieur. Les contraintes de compression s'opposent à ce genre de corrosion. La SCC peut même apparaître sur des aciers qui seraient résistants au fluide correspondant en l'absence de contraintes de traction. Elle conduit à la formation de fissures qui se développent en général perpendiculairement à la tension et qui ne sont souvent que difficilement perceptibles à l'œil nu. Comme elle apparaît toujours sur des pièces sollicitées en traction, cela peut conduire à une défaillance catastrophique des pièces concernées (par ex. piscine d'Uster).

Les aciers austénitiques sont très sensibles à ce genre de corrosion, qui est plutôt rare avec les aciers ferritiques et les aciers ferrito-austénitiques.

Les fluides agressifs qui causent souvent ce genre de corrosion sont les solutions contenant du chlore ou des alcalis. L'eau et la vapeur d'eau peuvent aussi conduire dans certains cas à la corrosion fissurante sous tension sur l'austénite. Quand la concentration en ions de chlorure augmente, la sensibilité augmente aussi, et à de hautes températures, de faibles teneurs en chlorure peuvent déjà conduire à des dégâts.

Afin d'empêcher la corrosion fissurante sous tension, les pièces formées à froid ou soudées devront être recuites pour éliminer les contraintes causées. Les aciers Cr-Ni simples, c'est-à-dire non stabilisés, seront chauffés à cet effet au-dessus de 900°C. A des températures de recuit inférieures, il y a un risque de corrosion intercristalline. Sur les aciers stabilisés au niobium ou au titane ou sur ceux qui présentent une teneur particulièrement basse en C, il est recommandé de faire un recuit de détente à 900°C suivi d'un refroidissement lent. La meilleure méthode est un recuit de mise en solution à 1050°C suivi d'une trempe à l'eau. Sur les aciers fortement alliés au Cr-Ni-Mo (Mo 4,5, resp. 6 %), la résistance à la SCC n'est pratiquement pas influencée par une déformation jusqu'à 30% environ.

Dans la construction, où l'on demande en plus de la plus haute résistance à la corrosion également une grande résistance à la traction des matériaux, qui ne peut cependant être obtenue que par écrouissage, les aciers 1.4539 (904L) et 1.4547 (254SMO) ont fourni les meilleurs résultats.

2.2.8 Corrosion par fatigue

La corrosion par fatigue est une fatigue mécanique qui est accélérée par la corrosion. Si le matériau est soumis à des charges alternées (par ex. vibrations) dans un milieu corrosif, la couche passive mince se brise à répétition. Elle ne peut ni se renouveler ni se stabiliser, et le fluide a ainsi accès à la structure non protégée du métal.

Ce genre de corrosion s'observe fréquemment sur des échangeurs de chaleurs, des arbres d'agitateurs, des arbres de pompes et dans des conduites qui se trouvent en relation avec une pompe qui cause des vibrations. Par l'emploi d'un élément formé d'un tube de caoutchouc entre la pompe et le système de tuyauterie, les vibrations peuvent être éliminées et le problème sera résolu avec certitude.

2.2.9 Corrosion par érosion

Ce genre de corrosion se produit par une attaque commune d'érosion et de corrosion. Des liquides ou des gaz qui normalement n'attaquent pas un acier peuvent causer de fortes attaques en cas de grandes vitesses d'écoulement (tourbillons). L'attaque est renforcée si le fluide qui s'écoule contient encore des substances abrasives. Il se produit alors des dépressions caractéristiques en forme de fer à cheval qui sont creusées dans le sens de l'écoulement et qui présentent une surface nue exempte de points de corrosion. L'attaque peut dépendre fortement de la température du fluide qui s'écoule.

Ce genre de corrosion peut être contrôlé ou évité en construisant les endroits exposés de telle sorte que la formation de tourbillons ou d'ondes de choc soient réduites. Une vitesse d'écoulement modérée de 1 à 2 m/s est adéquate. Si cela ne permet pas d'atteindre le résultat voulu, il faut choisir au lieu d'un matériau austénitique un acier présentant une résistance accrue à l'abrasion, par ex. un acier duplex ferrito-austénitique.

2.2.10 Rouille erratique

Ce genre de corrosion peut trouver sa cause dans une surface pas complètement décalaminée (cordons de soudure) ou dans les dépôts de fer à la surface de l'acier inoxydable. Nous reviendrons au chapitre 5.5.5 sur le point de la retouche correcte des cordons de soudure.

L'origine des dépôts de fer est souvent difficile à situer. Des causes possibles peuvent être:

- contact avec de l'acier ordinaire lors du stockage ou du transport (par ex. bandes d'acier)
- séparation «noir/blanc» insuffisante lors de l'usinage ou sur le chantier
- nuisances de l'environnement (par ex. poussière de freins de trains).

Selon l'importance de l'attaque, l'acier inoxydable doit être nettoyé. Cela peut se réaliser au moyen de produits de nettoyage spéciaux (voir chapitre 7.12) ou dans des cas tenaces par meulage ou décapage (veillez à respecter les prescriptions d'application et de protection de l'environnement!). Normalement, l'acier inoxydable n'est pas dégradé par la rouille erratique. En cas d'une attaque forte ou qui est restée longtemps sans avoir été éliminée, la matière de base peut subir des dommages.

2.3 Passivité ou «Qu'est-ce qui rend l'acier inoxydable résistant à la corrosion?»

Exposée à l'air humide ou à l'eau contenant un acide, la surface non protégée d'un acier faiblement allié réagit très rapidement, c'est-à-dire qu'elle rouille. La rouille se compose d'un mélange hétérogène d'oxydes et d'hydroxydes de fer. Cette couche étant perméable à l'oxygène et à l'humidité, les hydroxydes et oxydes de fer d'abord formés peuvent continuer à réagir. La surface d'acier se trouvant sous la couche de rouille peut continuer à rouiller jusqu'à ce que tout le fer élémentaire disponible soit transformé en hydroxydes ou oxydes de fer. Les couches de rouille sont en outre fragiles et elles adhèrent mal, c'est-à-dire qu'elles s'écaillent facilement. Les aciers inoxydables doivent leur résistance entre autres à l'élément d'alliage chrome. Les atomes de chrome de la surface de l'acier réagissent avec l'oxygène de l'air en oxyde de chrome. L'oxyde de chrome forme à la surface une couche de 0,001 à 0,01 µm d'épaisseur (l'épaisseur d'un cheveu humain est de 0,05 mm environ!), qui au contraire de la couche de rouille adhère bien et présente une très bonne résistance et étanchéité chimique. La couche est non seulement très ductile, mais en plus, en présence d'oxygène et si la surface est propre, elle se forme et se répare elle-même. Sous des conditions appropriées, la couche a atteint 80% de son épaisseur finale après 24 h environ. Dans cet état, l'acier peut être considéré comme passif. Par une passivation (immersion dans l'acide nitrique), la couche passivée peut être encore renforcée artificiellement, de la même manière que l'oxydation anodique de l'aluminium. La couche d'oxyde de chrome a de plus la fonction d'une paroi de séparation entre le fluide et l'acier.

Dans un environnement exempt d'oxygène, il ne se produit aucune formation ni réparation de la couche passive, c'est-à-dire que l'acier reste à l'état actif; la vitesse de corrosion dépend de la vitesse de dissolution dans le fluide correspondant. La vitesse de dissolution est réduite par les métaux d'alliage (nickel, molybdène, cuivre).

2.4 Données sur la corrosion

On a déjà indiqué au chapitre 2.1 que la vitesse de corrosion peut dépendre fortement selon les circonstances de la concentration du fluide, de la température et d'éventuelles impuretés. Des données partielles, par ex. à la température ambiante ou d'ébullition, pouvant donner lieu à des évaluations gravement erronées et des données complètes (courbes d'isocorrosion) étant très volumineuses, nous renonçons délibérément à la publication de données sur la corrosion.

Nos spécialistes des matériaux vous soutiendront cependant volontiers si vous devez être confronté à des problèmes de corrosion lors du projet, de l'acquisition ou dans le cas de dommage. Une acquisition préalable soignée des informations mentionnées dans le chapitre suivant est cependant indispensable pour une réponse prompte à vos questions.

2.5 Informations nécessaires pour les clarifications

2.5.1 Projet, acquisition

- Avec quel fluide le matériau entre en contact ? (produits d'exploitation ou de nettoyage, impuretés)
- Dans quelles concentrations se présentent ces fluides
- Quelles sont les températures de service max. à attendre?
- Existe-t-il encore d'autres facteurs qui influencent la corrosion?

2.5.2 Cas de dommage

Malgré toutes les précautions, des cas de dommage ne peuvent pas être exclus. Pour éclaircir un cas de dommage, les indications suivantes sont nécessaires en plus des informations mentionnées au chapitre 2.5.1:

- Numéro et désignation de matière
- Le matériau a-t-il été soumis à un traitement thermique?
- Numéro de commande, de bulletin de livraison, de facture ou de charge
- Est-il possible que de l'air contaminé ait été aspiré (par ex. solvant, aérosols de sel à dégeler en hiver, usure de sols en ciment de bois contenant du chlore, vapeurs de fluides d'exploitation contenant des halogénures) ou que le matériau se soit trouvé en contact avec des substances qui n'ont pas été prévues ou prises en considération lors du projet, par ex. des produits de nettoyage ou de désinfection?

3 CLASSEMENT DES ACIERS INOXYDABLES

3.1 Généralités

Il existe divers critères pour la subdivision des aciers inoxydables, et les désignations sont en conséquence nombreuses:

a) Structure microscopique

- aciers ferritiques
- aciers martensitiques
- aciers austénitiques
- aciers austéno-ferritiques ou duplex
- aciers à durcissement par précipitation

b) Composition chimique (alliage)

- aciers austénitiques au chrome-nickel (aciéries V2A, aciers Cr-Ni, série AISI 300)
- aciers austénitiques au chrome-nickel-molybdène (aciéries V4A, aciers Cr-Ni-Mo, série AISI 300)
- aciers austénitiques au chrome-manganèse-(nickel) (série AISI 200)
- aciers au chrome, ferritique et martensitaire (série AISI 400)
- aciers alliés à l'azote
- aciers stabilisés au titane ou au niobium

c) But et domaine d'utilisation, caractéristiques

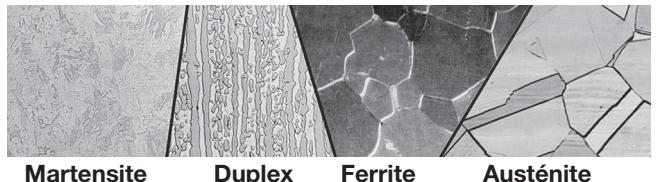
- aciers réfractaires
- aciers résistants au froid
- aciers résistants au fluage
- aciers amagnétiques
- aciers trempables
- aciers fortement résistants aux acides
- aciers à usinabilité améliorée (aciéries de décolletage)

Ces classements se chevauchant souvent, **on fait en pratique le plus souvent la répartition suivante:**

- aciers ferritiques
- aciers martensitiques
- aciers austénitiques
 - aciers austénitiques au chrome-nickel (V2A)
 - aciers austénit. au chrome-nickel-molybdène (V4A)
- superausténite ou aciers fortement résistants aux acides
- aciers austéno-ferritiques ou duplex
- aciers réfractaires
- aciers résistants au fluage

Des indications détaillées telles que la composition chimique, les caractéristiques mécaniques et physiques sont données au chapitre 7.

3.2 Structures des aciers inoxydables



Martensite

Duplex

Ferrite

Austénite

3.2.1 Ferrite

La structure ferritique est formée de grains plus ou moins isométriques (sphériques) avec des limites nettement perceptibles.

La ferrite ne peut dissoudre que très peu de carbone, mais par contre de plus grandes quantités d'autres éléments d'alliage comme le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le manganèse (Mn), qui influencent ses caractéristiques, comme par ex. la résistance à la corrosion.

3.2.2 Martensite

La structure martensitique est une structure en fines aiguilles, non structurée, dure et fragile, c'est-à-dire sans limite des grains clairement perceptible. Elle se produit par un refroidissement rapide d'une structure austénitique (transformation structurale). Le refroidissement doit alors se faire si rapidement que le carbone dissout dans la structure austénitique initiale n'a pas le temps de quitter la maille de fer et ainsi la structure se tend. Cette structure dure tendue présente une grande dureté, mais aussi une fragilité élevée, de telle sorte qu'elle n'est pratiquement pas utilisable. Pour éliminer cette fragilité, la structure doit être chauffée une nouvelle fois (revenue). Par le revenu, on peut régler dans certaines plages les caractéristiques mécaniques (résistance à la traction, dureté, ténacité, etc.).

3.2.3 Austénite

La caractéristique d'une structure austénitique est donnée par une délimitation marquée des grains, partiellement rectilignes et parallèles. Par des teneurs correspondantes en Ni et Mn, cette structure peut aussi être stable à température ambiante. Les structures austénitiques sont (au contraire des structures ferritiques et martensitiques) amagnétiques, tenaces et elles ne peuvent être durcies que par déformation à froid (écrouissage).

3.2.4 Duplex

La structure duplex se compose de deux constituants clairement reconnaissables (phases), de 50% chacun, l'un ferritique et l'autre austénitique. Cette structure réunit en conséquence beaucoup de caractéristiques positives provenant des deux constituants de la structure.

3.2.5 Structure à durcissement par précipitation

Les aciers à durcissement par précipitation contiennent de petites quantités d'éléments d'alliage spéciaux comme par ex. le cuivre (Cu) et le niobium (Nb). Par un recuit de mise en solution, tous les éléments d'alliage sont dissous dans la structure du fer. Par un refroidissement rapide qui suit, ces éléments restent dissous, c'est-à-dire qu'il se produit un état métastable. L'acier tendant cependant à un état stable, ces éléments dissous de force se séparent au cours du temps et forment dans la structure de fines précipitations réparties régulièrement, qui provoquent une augmentation de la résistance. Par un traitement thermique correspondant (vieillissement, maturation), ce processus de précipitation peut être accéléré et influencé selon planification. Les aciers trempables par dispersion présentent une structure austénitique, martensitique ou austénitique-martensitique.