

# Fiche technique

# Décapage - Passivation

## Introduction : La couche passive

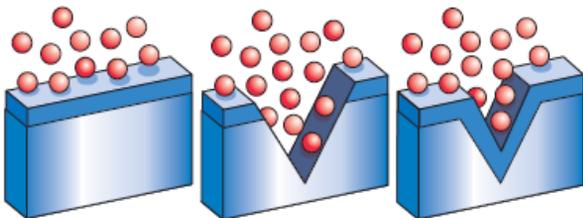
La résistance à la corrosion de l'acier inoxydable est due à une couche d'oxyde « passive » riche en chrome qui se forme naturellement à la surface de l'acier. C'est l'état normal des surfaces d'acier inoxydable, connu sous le nom d'état passif.

Les aciers inoxydables se passivent eux-mêmes naturellement lorsqu'une surface propre est exposée à un environnement qui peut fournir assez d'oxygène pour former la couche d'oxyde riche en chrome.

Cela se produit automatiquement et instantanément, à condition qu'il y ait assez d'oxygène à la surface de l'acier. Toutefois, la couche passive s'épaissit quelque temps après sa formation initiale. Des conditions naturelles comme le contact avec de l'air ou de l'eau aérée créent et maintiennent la résistance à la corrosion de la surface passive résistante. De cette façon, les aciers inoxydables peuvent conserver leur résistance à la corrosion, même en cas de dommage mécanique (par exemple: rayures ou usinage) et bénéficient ainsi d'un système de protection contre la corrosion autoréparable intégré.

Le chrome de l'acier inoxydable est le principal responsable du mécanisme d'autopassivation. Contrairement aux aciers au carbone ou faiblement alliés, les aciers inoxydables doivent contenir au minimum 10,5% de chrome (de leur poids) et au maximum 1,2% de carbone. Ceci est la définition des aciers inoxydables, donnée par la norme EN 10088-1. La résistance à la corrosion de ces aciers au chrome peut être améliorée en y ajoutant d'autres éléments d'alliage, comme le nickel, le molybdène, l'azote et le titane (ou niobium). Ceci permet d'obtenir un éventail d'aciers résistants à la corrosion pour une vaste gamme d'utilisations, en améliorant aussi d'autres propriétés utiliser comme la formabilité, la résistance mécanique et la résistance aux températures élevées ( et au feu).

Les aciers inoxydables ne peuvent pas être considérés comme résistants à la corrosion en toutes circonstances. Selon la nuance (la composition) de l'acier, dans certaines conditions, l'état passif est détruit et ne peut être récupéré. La surface devient alors « active », avec comme conséquence la corrosion. Pour les aciers inoxydables, l'état actif peut se produire sur de petites surfaces privées d'oxygène, comme les joints mécaniques, les coins étroits ou les soudures incomplètes ou mal finies. Il peut en résulter des formes « localisées » de corrosion par piqûres ou par crevasse.



Les surfaces en acier inoxydable ont un système unique de protection de surface autoréparant. La couche passive transparente se reforme rapidement si elle est endommagée, à condition qu'il y ait suffisamment d'oxygène aux alentours. Les couches de revêtement ou les systèmes de protection contre la corrosion ne sont normalement pas nécessaires pour que les aciers inoxydables soient performants en tant que matériau naturellement résistant à la corrosion.

## Comparaison entre le décalaminage, le décapage, la passivation et le nettoyage :

Les termes de « décalaminage », « décapage » et « passivation » sont souvent confondus, mais correspondent à des procédés différents. Il est important de préciser les différences entre ces procédés de traitement de surface appliqués aux aciers inoxydables.

### **Décalaminage**

Le décalaminage consiste à enlever une épaisse couche d'oxyde visible à la surface. Cette couche est habituellement gris foncé.

Ce procédé est appliqué systématiquement dans l'industrie métallurgique avant que l'acier soit livré. Le décalaminage est habituellement un processus en deux étapes, dont l'une consiste à briser la « calamine » et la seconde à enlever la couche détachée de la surface métallique. La surface métallique exposée est ensuite habituellement décapée pour enlever la couche métallique située directement sous la calamine.

Cette étape du procédé doit être toutefois considérée comme une étape à part. Bien que quelques petits calamines puissent apparaître sur les zones de soudage thermiquement affectées, ou pendant les traitements thermiques à haute température des pièces en acier inoxydable, des opérations successives de décalaminage ne sont pas habituellement nécessaires.

### **Décapage**

Le décapage consiste à enlever une fine couche de « métal » de la surface de l'acier inoxydable. Des mélanges d'acide nitrique et fluorhydrique sont généralement utilisés pour décaper l'acier inoxydable. Le décapage est le procédé utilisé pour enlever les couches colorées par soudage de la surface des produits en acier inoxydable, où le niveau de chrome de la surface en acier a été réduit.



Les surfaces en acier inoxydable forment une couche gris/noir pendant le laminage ou le formage à chaud. Cette couche d'oxyde tenace est enlevée par décalaminage.



Un gris mat reste sur les produits recuits après le décalaminage et le décapage. La rupture de la couche d'oxyde rend la surface rugueuse.

## Passivation

La passivation se produit habituellement naturellement sur les surfaces en acier inoxydable, mais il peut être quelquefois nécessaire de soutenir le procédé avec des traitements oxydants à l'acide. Contrairement au décapage, aucun métal n'est enlevé de la surface pendant la passivation à l'acide. Cependant, la qualité et l'épaisseur de la couche passive se développent rapidement pendant les traitements de passivation à l'acide. L'acide nitrique passive à lui seul les surfaces en acier inoxydable. Il n'est pas efficace pour décaper les aciers inoxydables.



L'oxydation laissée sur les soudures et les traces colorées dues au soudage aux surfaces des tubes peuvent être supprimées par un décapage à l'acide.

## Nettoyage

On ne peut pas compter uniquement sur les traitements à l'acide pour enlever l'huile, la graisse ou les contaminants inorganiques qui peuvent également empêcher la couche passive de se former correctement. Des mélanges de traitements dégraissants, nettoyants, décapants et passivants peuvent être nécessaires pour préparer complètement les surfaces en acier inoxydable usinées ou transformées pour des conditions correctes d'utilisation.

Si les pièces en acier sont contaminées par de la graisse ou de l'huile, elles doivent être nettoyées avant d'être traitées à l'acide.



Des surfaces tachées et décapées irrégulièrement peuvent apparaître, si les surfaces ne sont pas nettoyées avant le traitement à l'acide.

## Méthodes de décapage :

Il existe toute une série de méthodes de décapage utilisables sur les produits en acier inoxydable, les éléments de construction et les charpentes métalliques architecturales. Les principaux composants des produits de décapage de l'acier inoxydable sont l'acide nitrique et l'acide fluorhydrique. Les principales méthodes, utilisées par les spécialistes du décapage, pour décaper des productions complètes ou de larges zones sont :

- décapage par immersion
- décapage par projection
- décapage par circulation



Si les dimensions de la pièce à traiter sont adaptées à celles du bain, la pièce peut entièrement être immergée dans un bain pour être décapée. La température et la durée d'immersion influent sur le résultat du procédé de décapage.

Le décapage par immersion implique généralement le décapage dans des installations spécialisées de décapage.

Le décapage par projection sera fait par des spécialistes disposant de procédures correctes de sécurité et d'évacuation de l'acide et d'un équipement adéquat. Le décapage par immersion a l'avantage de traiter toutes les surfaces pour une résistance à la corrosion optimale et une uniformité de finition du décapage.



Décapage par projection: ce procédé nécessite un dispositif d'évacuation de l'acide et des procédures de sécurité corrects.

Pour les canalisations destinées au transport de liquides corrosifs, un décapage par circulation est recommandé; le principe est l'introduction d'une solution décapante qui parcourt la tuyauterie.

Des zones plus petites, en particulier autour des surfaces soudées, peuvent être traitées:

- avec des pâtes ou des gels appliqués à la brosse
- par traitement électrochimique

Ces méthodes peuvent être utilisées sur place et ne demandent pas de connaissance spécifique afin d'être efficaces et sûres. Une expertise et un contrôle corrects sont nécessaires afin de minimiser les risques sanitaires, de sécurité et environnementaux, lors du décapage correct d'une surface. De la corrosion peut se produire sur les zones traitées, si le temps de contact avec l'acide et les procédures finales de rinçage ne sont pas correctement contrôlés. Les temps de contact pour les différentes nuances d'acier inoxydable peuvent varier. Il est important que les opérateurs connaissent la nuance spécifique d'acier à traiter et les dangers des produits utilisés, afin d'obtenir des résultats sûrs et satisfaisants. Il est important que toutes les traces, résidus et contamination à base de produits décapants soient complètement enlevés de la surface des pièces en acier, afin d'obtenir une surface sans aucune tache et totalement résistante à la corrosion. Pour le rinçage final, afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles sur les charpentes métalliques, il est préférable d'utiliser de l'eau déminéralisée.



Les petites pièces en acier inoxydable peuvent être efficacement décapées avec du gel appliqué à la brosse.

## Les traitements passivants :

Dans la majorité des cas, la passivation se fait naturellement par le contact de l'acier avec l'air ambiant. Toutefois, dans certains cas particuliers, comme par exemple des pièces en inox ayant subi des perturbations mécaniques importantes (pliage, découpes laser...) pouvant attaquer la couche passive et que suite à ces mises en forme, le contact avec l'air ambiant est limité (espace clos, volume fermé), il peut être préférable de forcer la passivation de manière chimique.

On fait dans ce cas ce que l'on appelle une passivation chimique à base d'une solution d'acide nitrique, voir d'acide citrique.

Avant d'effectuer tout traitement passivant à l'acide, il est important que les surfaces en acier :

- ne comportent aucune calamine
- soient décapées pour enlever soit des couches appauvries en chrome soit des colorations dues au soudage
- soient propres (exemptes de contamination organique, de lubrifiants, huiles ou graisse d'usinage)

Sinon, ces traitements passivants ne seront pas complètement efficaces.

## Traces colorées dues au soudage :

Les traces colorées dues au soudage résultent de l'épaississement de la couche d'oxyde transparente qui se forme naturellement à la surface de l'acier. Les couleurs formées sont les mêmes que les « colorations thermiques » qui apparaissent sur les autres surfaces d'acier après un traitement à haute température et vont d'une couleur brique pâle à une couleur bleue foncée.

Les traces colorées dues au soudage apparaissent souvent sur les zones thermiquement affectées de produits soudés en acier inoxydable même lorsqu'une méthode correcte au gaz protecteur est utilisée (d'autres paramètres de soudage, comme la vitesse de soudage, peuvent influencer sur la nuance des traces colorées qui apparaissent autour du cordon de soudure).



La pièce en acier soudée lors du soudage: la couche d'oxyde peut favoriser la corrosion si elle n'est pas supprimée correctement.

Lorsque les teintes thermiques se forment à la surfaces de l'acier inoxydable, le chrome est attiré à la surface de l'acier, car il s'oxyde plus facilement que le fer dans l'acier. Ceci laisse une couche à la surface ou juste en dessous, avec un niveau de chrome plus bas que dans l'ensemble de l'acier, la surface est donc moins résistante à la corrosion.



Détail de la zone soudée après traitement chimique de surface: le but de ce traitement n'est pas de supprimer le joint de soudure lui-même, mais la coloration qui l'accompagne.

Les traces colorées dues au soudage visibles sur les surfaces en acier affaiblissent la résistance de la surface à la corrosion. Il est conseillé de supprimer toute coloration visible de soudage. En ce qui concerne la fabrication de pièces, ceci n'améliore pas seulement l'apparence esthétique des pièces en acier inoxydable soudées, mais également restaure totalement la résistance à la corrosion de l'acier.

Les traces colorées dues au soudage sur les pièces en acier inoxydable peuvent être supprimées en utilisant des pâtes ou des gels appliqués à la brosse, le décapage par projection ou par des méthodes d'immersion ou de nettoyage électrochimique, après un dégraissage soigné de la zone concernée. Une combinaison de techniques de finition peut s'avérer nécessaire, car les traitements à l'acide nitrique ne suffisent pas pour supprimer suffisamment de métal de la surface.

Ces méthodes peuvent inclure des traitements mécaniques (meulage ou usinage par abrasion), suivi d'une décontamination à l'acide nitrique.

Il est important que les traces colorées dues au soudage soient supprimées des surfaces cachées des soudures sur les pièces, lorsque ces surfaces risquent d'être exposées à l'environnement d'exploitation.



Les traces colorées dues au soudage laissées dans les zones soudées d'une pièce de forme compliquée peuvent être supprimées efficacement, en utilisant une méthode de décapage par immersion. La résistance à la corrosion de l'ensemble de la pièce fabriquée est restaurée par décapage.