

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Livre blanc :

Habillage électrique en acier inoxydable

Pierre-André Stadler

Chef de produits électriques & climatisation Rittal

HABILLAGE ELECTRIQUE

DISTRIBUTION DE COURANT

CLIMATISATION

INFRASTRUCTURES IT

LOGICIELS & SERVICES



Sommaire

Sommaire.....	2
Introduction.....	3
L'acier en tant que matériau.....	4
L'acier inoxydable peut-il rouiller ?.....	6
Habillage électrique en acier inoxydable.....	8
Résumé.....	13

Introduction

L'acier inoxydable est utilisé dans beaucoup d'applications, comme par exemple l'industrie agroalimentaire ou pharmaceutique, pour éviter la corrosion des composants métalliques. L'habillage électrique est particulièrement important car il a pour mission d'assurer la protection permanente des composants qu'il intègre.

Ce livre blanc évoque la fonction de l'acier inoxydable et son utilisation en tant qu'habillage électrique. Dans un premier temps, sera tout d'abord analysé ce que signifie exactement « acier inoxydable » ainsi que les processus chimiques qui garantissent cette propriété. A quelles substances chimiques est-il capable de résister et comment faut-il l'entretenir ? Ensuite, nous verrons pourquoi l'acier inoxydable peut tout de même présenter des taches de rouille sous certaines conditions et comment il est possible de les éviter. L'objectif étant de donner aux utilisateurs un guide compréhensible pour les aider à choisir le coffret ou l'armoire électrique adapté en fonction des conditions environnementales dans lesquelles il ou elle sera implanté.



L'acier en tant que matériau

L'acier est de loin le métal le plus utilisé. Il s'agit du matériau de base dans l'industrie automobile ou mécanique. Chaque année environ 150 millions de tonnes d'acier brut sont produites dans le monde dont environ 10% dans la Communauté Européenne et environ 1% en France. Les alliages à base de fer sont dénommés « acier » lorsqu'ils contiennent moins de 2,06% de carbone (si le taux de carbone est plus élevé, on parlera de fonte). Ce faible taux de carbone garantit que l'acier pourra être usiné par des méthodes de façonnage des métaux. Les propriétés intrinsèques de l'acier peuvent être modifiées par l'adjonction d'autres éléments chimiques. Les composants les plus utilisés dans les alliages métalliques (en plus du fer) sont le molybdène, le chrome, le nickel, le vanadium, le titane et le manganèse. Actuellement, les listes du Registre Européen de l'Acier comptent plus de 2500 variétés d'acier avec des propriétés différentes adaptées à de nombreuses applications.

L'eau et l'oxygène – les ennemis de l'acier

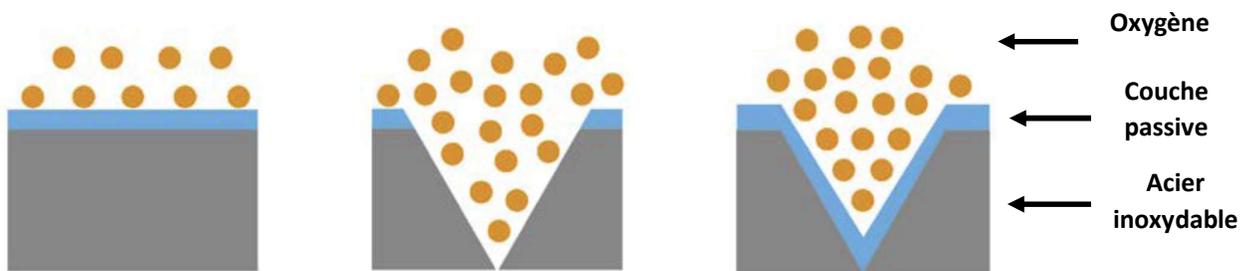
Le principal inconvénient de l'acier est sa capacité à s'oxyder. L'acier se corrode en présence d'eau et d'oxygène. Des oxydes ferreux et ferriques se forment et donnent, lorsqu'ils sont associés à de l'eau de cristallisation, ce qu'on appelle communément de la rouille. La rouille est poreuse et mécaniquement instable. Ainsi, elle réduit la résistance et donc la capacité de charge de l'acier original. Le volume de la rouille augmentant avec l'oxydation, elle commence souvent par un écaillage puis s'attaque à l'acier.

De nombreuses solutions existent pour prévenir la rouille. La plus commune est de peindre de manière à créer une couche de protection afin d'éviter à l'acier d'entrer en contact avec l'oxygène, l'eau et l'humidité. L'inconvénient de cette méthode est que toute détérioration au niveau de la peinture supprime la protection contre la corrosion. Le meilleur exemple est les rayures sur la peinture d'une voiture qui peut provoquer l'oxydation de son châssis. Un trou percé dans une tôle d'acier laquée enlève toute protection contre la corrosion à cet endroit. Globalement, il est possible de prévenir toute surface de la rouille en évitant de la mettre en contact avec l'eau et l'oxygène simultanément.

Acier inoxydable

Une solution intelligente pour prévenir la corrosion est d'utiliser l'acier inoxydable. L'adjonction d'alliages spéciaux à l'acier garantit effectivement que toute oxydation sera évitée. Pourtant sa dénomination n'est pas tout à fait exacte. La première application brevetée d'acier inoxydable a été inventée en 1912 par la société Friedrich Krupp AG. De nos jours, plusieurs centaines de versions d'acier inoxydable sont utilisées pour diverses applications. Le principe de l'acier inoxydable consiste à intégrer dans l'alliage un haut pourcentage de chrome (au moins 10,5%). Ce fort taux de chrome crée une couche protectrice d'oxyde de chrome à la surface de l'acier. En plus de protéger l'acier contre l'eau et l'oxygène, cette couche protectrice dispose d'une caractéristique supplémentaire : bien qu'elle soit très fine, elle se répare quasiment automatiquement. En cas de détérioration, le

chrome s'oxyde très rapidement à l'endroit endommagé et restaure le niveau de protection précédent. C'est ce qu'on appelle une surface auto-réparatrice.



Propriétés mécaniques

Dans les aciers inoxydables, la résistance à la corrosion est souvent associée à une forte robustesse. Cela signifie que ces types d'acier s'usinent bien moins facilement que les autres types d'acier en utilisant des méthodes de découpe mécaniques. Une durée de vie des outils bien moindre et un temps d'usinage bien plus long augmentent de manière significative les coûts si le coffret ou l'armoire est en acier inoxydable. Il existe toutefois des solutions rationnelles pour usiner rapidement l'acier inoxydable : les centres d'usinage Rittal Perforex BC ou LC 3015 au laser.

Aujourd'hui, l'usage de l'acier inoxydable est commun dans des secteurs d'activité comme l'industrie alimentaire, pharmaceutique ou médicale, où la résistance à la corrosion est une notion importante.



L'acier inoxydable peut-il rouiller ?

Le terme « acier inoxydable » laisse penser que les composants fabriqués en acier inoxydable ne rouillent pas. Pourtant, il n'y a rien qui garantit que l'acier inoxydable ne rouillera pas quelles que soient les circonstances. Par exemple, l'application brevetée en 1912 se réfère simplement à une « fabrication d'articles... qui nécessitent une grande résistance à la corrosion ». Le mot « acier inoxydable » est donc quelque peu trompeur même si en fait l'acier inoxydable ne rouille effectivement pas dans la plupart des conditions.



Détériorations mécaniques et contact avec d'autres métaux

L'effet d'inhibition de la corrosion de la couche d'oxyde de chrome peut être perdu en cas de détérioration mécanique sur la surface de l'acier. Une nouvelle couche protectrice va se former grâce à l'apport d'oxygène mais si des particules d'un autre métal restent collées à la surface, une corrosion peut être générée. Cela survient surtout lorsque ces particules sont en acier conventionnel ou d'autres métaux. Dans ce cas, une réaction électrochimique se produit qui favorisera la corrosion de l'acier inoxydable. Un exemple classique est la détérioration d'un produit en acier inoxydable qui est transporté par les fourches d'un chariot-élévateur. L'utilisation de vis qui ne sont pas en acier inoxydable sur un produit en acier inoxydable peut aussi être la cause d'une corrosion.

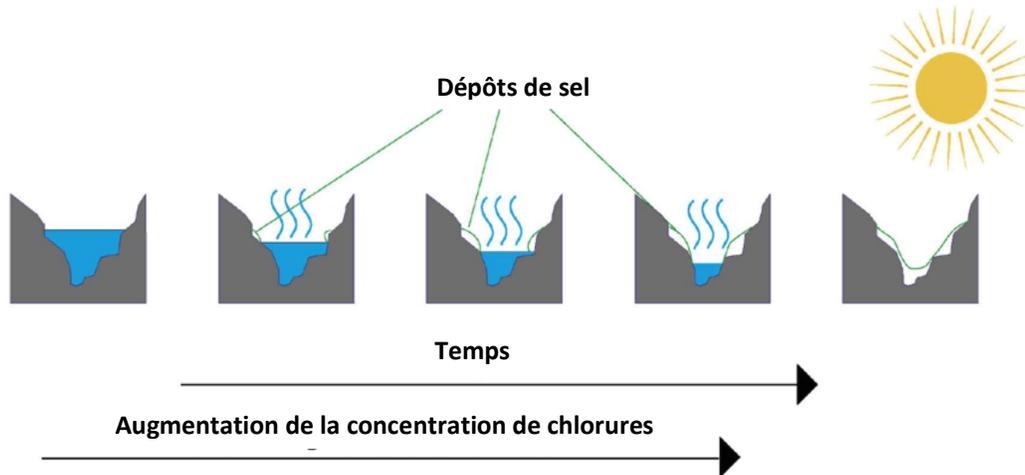
Dans certains cas peut se produire le phénomène de « flash rust » (rouille instantanée). Cela est dû au dépôt de particules à la surface de l'acier inoxydable qui vont commencer à rouiller en présence d'humidité et d'oxygène. Ces particules sont présentes et volent dans l'air surtout lorsqu'on usine des métaux (hors acier inoxydable) à proximité. Quand on usine l'acier à l'aide d'une disqueuse, il se produit souvent des étincelles qui sont en fait des

particules métalliques incandescentes. L'abrasion de l'acier peut aussi générer de telles particules qui peuvent entraîner ce phénomène.

Facteurs chimiques

La protection contre la corrosion de l'acier inoxydable, générée par la couche d'oxyde de chrome, ne fonctionne que si cette couche protectrice demeure intacte. Des acides peuvent attaquer ou détériorer cette couche à un tel point que la protection contre la rouille n'existe plus. En fonction du type d'acier inoxydable, l'acide chlorhydrique concentré peut complètement dissoudre le matériau. Une atmosphère chlorée, comme par exemple dans une piscine, peut aussi attaquer certains aciers inoxydables.

L'acier inoxydable se retrouve confronté à des défis spécifiques lorsqu'il est exposé à des ambiances marines ou côtières. Les embruns salés qui sont transportés par les vents jusqu'aux produits en acier inoxydable, contiennent un taux relativement important d'ions chlorures. Ce taux s'accroît encore si une partie de l'eau s'évapore durant le transport ou à la surface du métal. Ainsi, l'effet corrosif est encore plus important que celui de l'eau salée normale.



Influence sur la qualité de la surface

L'influence mécanique et chimique sur un produit fabriqué en acier inoxydable dépend beaucoup de la structure de sa surface. Des surfaces rugueuses ou déformées superficiellement permettent aux embruns salés amenés par les vents de s'accumuler par exemple dans les indentations de surface. L'effet décrit précédemment, lorsque la concentration des ions chlorures augmente à cause de l'évaporation, peut aussi se produire. D'autre part, les particules générées par l'usinage du métal, comme décrit précédemment, se déposent d'autant plus facilement que la surface est rugueuse.

Habillage électrique en acier inoxydable

Les armoires électriques ou d'autres habillages électriques en acier inoxydable sont communément utilisés dans des atmosphères sévères.

Rittal propose des armoires électriques et d'autres types d'enveloppes en acier inoxydable de type 1.4301 (ou 304) pour les industries alimentaires et pharmaceutiques où l'hygiène est particulièrement importante. Ce type d'acier inoxydable fut un des premiers aciers inoxydables commercialisés et représente toujours 1/3 des ventes de tous les aciers inoxydables fabriqués. Il se compose de 18% de chrome et 10% de nickel ce qui lui permet de résister à la corrosion intercrystalline, galvanique et granulaire surtout en présence d'acides organiques (acétiques, vinyliques). Il résiste bien à l'action des gaz nitreux en présence d'eau de condensation et dans la majorité des environnements agressifs en particulier à la vapeur d'eau, à l'humidité et aux acides faibles.

En plus, Rittal propose des coffrets et armoires électriques en acier inoxydable de type 1.4404 (316L). Ce type d'acier inoxydable, grâce à l'adjonction d'environ 2% de molybdène, est plus résistant contre le sel et les acides que le type 1.4301 (ou 304) et pourra être utilisé pour des applications plus délicates (acide, chlore (5% à 20°C), brome et halogénures salins ou utilisant des additifs et dissolvants très corrosifs) concrètement les milieux alimentaires agressifs (ex : salaison, moutarde, vin blanc), les milieux chimiques agressifs (souffre, acides bouillants, vapeurs sulfureuses), les milieux marins (off-shore, bords de mer, ports marins), les atmosphères chlorées (traitement des eaux, stations d'épuration).

Presque l'ensemble de la gamme d'habillage électrique Rittal est déclinée en version inoxydable que ce soit les boîtiers de jonction KL, les coffrets électriques AE, les coffrets HD (Hygienic Design), les armoires monobloc SE8, les armoires juxtaposables TS8, les pupitres TP et les armoires PC.



La surface extérieure des coffrets et armoires électriques est brossée au grain 240 à 400 et est donc relativement lisse. Malgré tout, en fonction des conditions environnementales, des tâches de rouille superficielles peuvent se former. Celles-ci n'affecteront toutefois pas le fonctionnement de l'armoire. Dans des circonstances normales, toute trace de corrosion qui pourrait influencer le bon fonctionnement du coffret ou de l'armoire électrique sera éliminée durant les phases de maintenance classiques.

Résistance des coffrets et armoires en acier inoxydable aux substances chimiques

La résistance à la corrosion des aciers inoxydables est estimée de la manière suivante :

0 = résistant (perte d'épaisseur inférieure à 0,11 mm par an)

1 = faible corrosion – utilisation possible dans des cas précis (perte d'épaisseur inférieure à 1,1 mm par an)

2 = faible résistance – utilisation pratiquement impossible (perte d'épaisseur inférieure à 11 mm par an)

3 = non résistant (perte d'épaisseur supérieure à 11 mm par an)

Substance chimique	Concentration	Température	Acier inoxydable 304	Acier inoxydable 316
Acétone CH ₃ COCH ₃	0 - 100%	20°C	0	0
Acide acétique C ₂ H ₄ O ₂	10%	20°C	0	0
Acide chlorhydrique HCl	0,50%	20°C	1	1
Acide citrique C ₆ H ₈ O ₇ x H ₂ O	10%	20°C	0	0
Acide fluorhydrique	40%	20°C	3	3
Acide nitrique HNO ₃	10%	20°C	0	0
Acide oxalique H ₂ H ₂ O ₄ xH ₂ O	10%	20°C	1	0
Acide phosphorique H ₂ PO ₄ chimiquement pur	10%	20°C	0	0
Acide picrique C ₆ H ₃ N ₃ O ₇	0 - 100%	20°C	0	0
Acide sulfurique H ₂ SO ₄	5%	20°C	1	0
Alcool méthylique CH ₃ OH	0 - 100%	20°C	0	0
Benzène C ₆ H ₆	-	20°C	0	0

Substance chimique	Concentration	Température	Acier inoxydable 304	Acier inoxydable 316
Carbonate de potassium - potasse K ₂ CO ₃	-	20°C	0	0
Chlore Cl gazeux en ambiance humide	-	20°C	3	3
Chlore Cl gazeux en ambiance sèche	-	20°C	0	0
Chlorure d'ammonium NH ₄ OH	10%	bouillant	0	0
Chlorure de sodium NaCl	saturation à froid	jusqu'à 20°C	0	0
Chlorure de zinc ZnCl ₂	-	20°C	0	0
Eau : ville - industrielle - souterraine	-	20°C	0	0
Eau de mer	-	20°C	0	0
Eau oxygénée H ₂ O ₂	-	20°C	0	0
Eau régale HCl+HNO ₃	-	20°C	3	3
Eau usée (avec traces d'acide sulfurique)		jusqu'à 40°C	0	0
Fixateur photographique	-	20°C	0	0
Huile (lubrifiant)	-	20°C	0	0
Huile (végétale)	-	20°C	0	0
Lessive	-	20°C	0	0
Mercure Hg	-	20°C	0	0
Pulpe de fruit (contenant du dioxyde de soufre)	-	-	0	0
Révéléateur photographique	-	20°C	0	0
Soude caustique NaOH	25%	20°C	0	0
Toluène C ₆ H ₅ CH ₃	-	20°C et bouillant	0	0
Urine	-	20°C	0	0

Un nettoyage régulier prévient la rouille

La qualité de la surface de l'acier joue un rôle important dans sa résistance à la corrosion. Plus la surface sera lisse, plus il sera difficile aux particules d'y adhérer. Les ions chlorures peuvent difficilement s'accumuler sur une surface lisse. Le polissage des surfaces est une affaire délicate et souvent coûteuse. La solution alternative simple, pratique et pas chère est tout simplement de les nettoyer régulièrement. Les particules qui provoquent la rouille et les résidus que le vent a déposés peuvent être simplement retirées, si nécessaire à l'aide d'un produit de nettoyage adapté.

Si la corrosion persiste, cela peut être dû aux conditions environnementales qui sont défavorables. Dans ce cas, des armoires en acier inoxydable peintes peut être la solution. Rittal propose deux options possibles : les armoires en acier inoxydable sont recouvertes d'un vernis transparent qui conserve la couleur originelle de l'acier inoxydable ou d'une peinture poudre de haute qualité de la couleur que vous souhaitez.

Entretien des coffrets et armoires en acier inoxydable brossé

Pour qu'il conserve son aspect et sa résistance à la corrosion, l'acier inoxydable doit être impérativement entretenu. En l'absence de revêtement de surface et donc de son risque d'usure, les surfaces en acier inoxydable ne souffrent pas de la fréquence des nettoyages. Au contraire, ils empêcheront la concentration critiques d'agents agressifs tels le dioxyde de soufre, les chlorures ou le fer.

Le nettoyage de l'acier inoxydable nu brossé s'effectue en quatre étapes :

1. Rincer à l'eau pour enlever les salissures non adhérentes
2. Laver à l'eau (de préférence chaude) additionnée de savon, de détergent ou de 5% d'ammoniac en utilisant une brosse souple à poils longs
3. Rincer à l'eau
4. Sécher à l'aide d'un chiffon en procédant du haut vers le bas et en recouvrant les passes

Chacune des étapes doit s'effectuer en respectant le sens du grain.

Attention, les décapants du commerce à base d'acide chlorhydrique, l'eau de javel, les produits de nettoyage pour l'argenterie peuvent endommager sérieusement les surfaces en inox. En cas d'application accidentelle, rincer abondamment à l'eau claire. Les tampons métalliques ordinaires, la laine de fer ou les brosses métalliques sont à proscrire car en plus de rayer la surface, ils peuvent provoquer une contamination ferreuse par dépôt de particules.

Les taches importantes de graisse ou d'huile peuvent être enlevées avec des produits à base d'alcool (ex : alcool dénaturé ou alcool isopropylique) ou d'autres solvants tels que l'acétone qui ne risquent pas de corroder l'acier inoxydable.

On veillera à ne pas étaler les taches qui pourraient alors devenir difficiles à éliminer complètement. Il est conseillé de renouveler plusieurs fois l'application du produit à l'aide d'un chiffon doux et propre jusqu'à disparition complète de toute trace d'huile ou de graisse progressivement dissoute. On peut aussi utiliser des produits alcalins contenant des tensioactifs.

La peinture et les graffitis peuvent être traités avec un décapant pour peintures (décapant alcalin ou à base de solvants). L'utilisation de grattoirs rigides ou de couteaux doit être évitée car elle risque de rayer la surface métallique.

Les nettoyeurs haute-pression peuvent être utilisés mais l'eau à pression élevée peut entraîner des particules dures et anguleuses qui peuvent rayer la surface. En cas de salissures importantes, l'usage du nettoyeur haute-pression doit être précédé d'un lavage au jet sans pression.

La périodicité du nettoyage dépendra à la fois des exigences esthétiques, de la corrosivité de l'atmosphère et du niveau de propreté exigé.

Si une contamination ferreuse s'est produite (par exemple par contact avec des outils en acier), elle doit être éliminée au plus vite faute de quoi, en présence d'humidité, elle rouillera rapidement entraînant une corrosion par piqûres.

- Si les taches ne sont pas très importantes, elles peuvent être enlevées à l'aide d'une crème à récurer douce non abrasive ou d'un polish. Ces produits contiennent habituellement du carbonate de calcium et des tensioactifs. Les produits ménagers pour le nettoyage de l'inox, éventuellement à base d'acide citrique, peuvent également être utilisés
- Les projections récentes de poussières ou de copeaux de fer ou d'acier peuvent être nettoyées à l'aide d'une solution saturée d'acide oxalique appliquée avec un chiffon doux ou un tampon d'ouate en laissant agir quelques minutes sans frotter ni gratter : il s'agit d'attaquer les particules de fer sans provoquer de rayures ni altérer significativement la texture superficielle de l'inox.
- Les taches de rouille modérées peuvent être ôtées avec des produits de nettoyage à base d'acide phosphorique, à condition de prendre le temps qu'il faut et de procéder avec soin. Le risque d'attaquer l'inox est alors minime.
- Pour ôter de petites quantités de fer incrusté, il faut utiliser de l'acide nitrique dilué
- Les taches de rouille sévères causées par l'incrustation de fer peuvent être enlevées soit par décapage chimique (habituellement un mélange d'acide nitrique et fluorhydrique qui agit en enlevant une fine couche superficielle du métal) soit par passivation (effectuée à l'acide nitrique qui va améliorer la qualité et l'épaisseur de la couche passive de l'inox). L'un comme l'autre sont effectués après dégraissage (élimination des traces d'huile, de graisse ou d'autres contaminants organiques). Le décapage chimique, tout en restaurant la résistance à la corrosion du matériau, est susceptible de modifier l'aspect de l'inox. Il faudra alors éventuellement recourir à des traitements mécaniques ou chimiques supplémentaires pour retrouver la finition d'origine.
- La coloration thermique de l'acier inoxydable est hautement improbable dans un environnement normal sauf s'il a été exposé à des températures élevées (ex : incendie ou soudures). Sa suppression peut alors nécessiter un décapage chimique. Si la coloration est localisée, elle peut être supprimée au moyen d'une pâte de décapage.

Résumé

L'acier inoxydable a une histoire de plus d'un siècle. Les propriétés de l'acier peuvent être modifiées significativement en fonction des adjonctions qui sont apportées à l'alliage. L'acier inoxydable se caractérise par un ajout d'au moins 10,5% de chrome. Ce chrome permet la formation d'une fine couche d'oxyde de chrome qui empêche l'acier d'entrer en contact avec l'oxygène et l'eau qui sont responsables de sa corrosion. Cette couche d'oxyde de chrome peut régénérer automatiquement d'éventuelles détériorations.

Les coffrets et armoires électriques en acier inoxydable sont très robustes et disposent d'une longue durée de vie. Les raisons qui génèrent la formation de rouille à leur surface sont multiples. Une d'entre elles est le phénomène de rouille instantanée. Dans ce cas, ce n'est pas l'armoire qui rouille mais les particules qui se sont accumulées à sa surface. Cela se produit lorsque l'air ambiant est chargé de particules métalliques ou de poussières.

Une autre cause peut être le fort taux de sel dans l'air. Les ions chlorures de l'eau salée favorisent fortement l'oxydation. Lorsque l'eau salée déposée sur la surface du coffret ou de l'armoire électrique en acier inoxydable sèche, la concentration en ions chlorures augmente accélérant encore plus la corrosion.

La finition de la surface joue aussi un rôle important pour éviter l'apparition de la rouille. Les surfaces lisses sont moins sensibles à la corrosion que les surfaces rugueuses.

Une absence totale de rouille avec de l'acier est quasiment impossible à atteindre. Une rouille de surface qu'on appelle aussi « rouille instantanée » ou « flash rust » n'interagit pas sur le fonctionnement d'une armoire électrique en acier inoxydable. Un nettoyage régulier de la surface aide à la protéger de l'apparition de la rouille. Pour les environnements particulièrement difficiles, il peut être recommandé de renforcer encore la surface en la peignant ou la vernissant par exemple.