

Antirouille à l'eau

Qu'est-ce que la corrosion ?

La corrosion est le résultat d'une réaction chimique ou électrochimique du métal avec son environnement. Cela peut être, selon les cas, l'air ambiant, l'eau de mer, l'eau de rivière, des produits chimiques tels que les polluants acides et alcalins ou des solutions salines. La transformation et la destruction de la surface du métal est appelée corrosion.

La corrosion représente la perte de 100 millions de tonnes d'acier par an (5 fois la production totale française, 15 % de la production mondiale).

La corrosion des métaux purs est due à leur relative instabilité. En comparaison, la forme oxydée du métal est beaucoup plus stable. Ce n'est que grâce à un grand déploiement d'éner-

gie que l'homme parvient à fabriquer un métal pur à partir d'oxydes métalliques présents en abondance dans les minerais naturels. Il s'agit toujours d'un processus de réduction opéré sur ces oxydes. La loi de la nature veut que toute substance instable (le métal pur) finisse avec le temps par reprendre, au contact de l'oxygène de l'air, une forme stable (l'oxyde métallique). Pour simplifier, on peut dire que la corrosion est le retour du métal au minerai.

La corrosion représente la perte de 100 millions de tonnes d'acier par an.



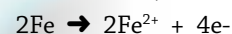


Phénomène électrochimique de la corrosion de l'acier

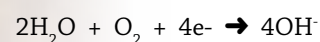
La rouille est une réaction d'oxydation-réduction impliquant la molécule de fer, l'oxygène de l'air et l'eau. Il faut donc que ces trois éléments soient en contact pour déclencher le processus de la corrosion.

Une goutte d'eau posée sur un morceau de fer libre est le lieu idéal pour que cette réaction ait lieu.

La molécule de fer métallique s'oxyde en ion ferreux selon la réaction d'oxydation :



L'eau en contact avec l'oxygène de l'air donne une réaction de réduction en formant des ions OH^- :



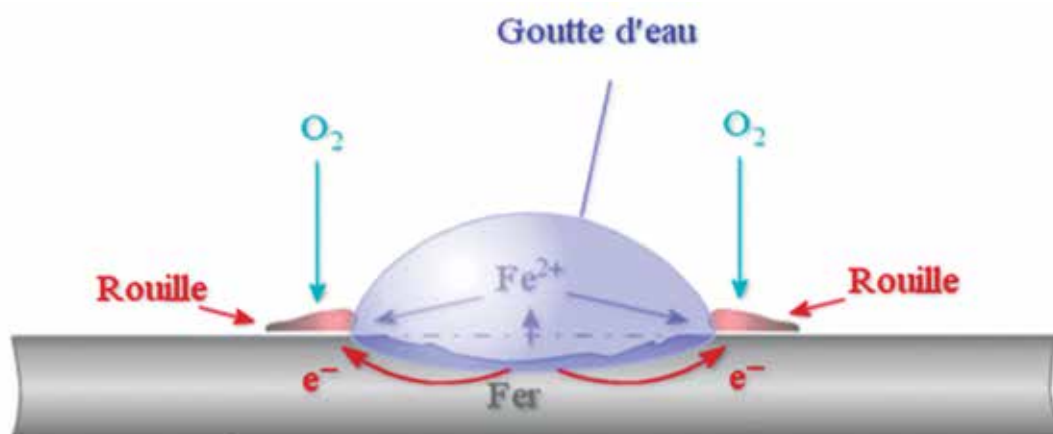
Finalement, les ions Fe^{2+} et OH^- en suspension vont s'équilibrer électriquement et former l'hydroxyde de fer $\text{Fe}(\text{OH})_2$ et éventuellement d'autres combinaisons, comme FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ et Fe_2O_3 .

La rouille est finalement un matériau complexe, composé de multiples formes de molécules basées sur le fer.

Remarque

Dans l'atmosphère, les métaux ferreux ne se corrodent qu'à partir d'une humidité relative supérieure à 60%. En dessous de ce seuil, il n'y a pas assez d'eau de condensation (rosée) à la surface du métal pour former un film d'eau et ceci pour des températures habituellement comprises entre +10 et +20°C.

Le mécanisme électrochimique de l'oxydation du fer



Est-ce que tous les métaux rouillent ?

Les oxydes de fer métalliques ont un volume plus important que celui du fer pur. Ils adhèrent mal à la surface de leur métal car leur coefficient de dilatation est différent de celui de la forme du métal pur. Par conséquent, la rouille s'effrite et fragilise l'objet métallique.

Pour d'autres métaux comme le zinc, l'aluminium ou le cuivre, l'oxydation reste solidaire du support. La couche oxydée forme une barrière protectrice imperméable qui empêche l'accès de l'humidité, de l'oxygène et des substances acides de l'atmosphère (voir tableau).

On peut donc constater que tous les métaux rouillent, mais avec des conséquences différentes.

Les conditions climatiques pourraient-elles limiter l'emploi des anti-rouilles à l'eau ?

L'eau ne peut pas être considérée comme un élément favorable vis-à-vis des surfaces en acier puisque son nom évoque la rouille. L'emploi des peintures hydrodiluable est depuis longtemps discuté sous l'angle de l'écologie et l'idée de faire appel à des anti-rouilles à l'eau dans le domaine de l'anticorrosion est fascinante : ainsi, les émissions de solvants pourraient être évitées et les odeurs pourraient être réduites.

Cette démarche nécessite d'accepter certains inconvénients comme un ralentissement du durcissement à cœur du film en présence d'un taux d'humidité élevé de l'air qui peut pro-

voquer une tendance à la formation de rouille superficielle. De plus, leur emploi sur des ouvrages dont la température est inférieure à +3°C n'est pas possible, car il y a risque de gel. Dans l'industrie, ces inconvénients peuvent être surmontés par un séchage au four ou par l'application dans des locaux chauffés. Le second inconvénient est la formation de rosée lors de conditions climatiques défavorables, soit un haut degré hygrométrique, favorisant la formation de la rouille superficielle.

L'emploi des peintures hydrodiluable est depuis longtemps discuté sous l'angle de l'écologie et l'idée de faire appel à des anti-rouilles à l'eau dans le domaine de l'anticorrosion est fascinante.



TAUX DE CORROSION EN µm/an (valeurs moyennes)

Métal	Climat sec	Climat urbain	Climat industriel	Climat maritime
Acier	10	40	60	80
Zinc	0,5	1,5	10	5
Aluminium	0,5	2	4	5

▶▶▶ **Action protectrice d'un anti-rouille à l'eau sur de l'acier**

Tous les revêtements appliqués sur un support présentent des imperfections telles que des pores, des blessures et des maigreurs. Cette caractéristique est valable pour des peintures aussi bien que pour des revêtements métalliques ou plastiques. Ces différents défauts permettent aux substances corrosives de pénétrer jusqu'au support et d'entraîner la formation de rouille sous-jacente. Comme dit précédemment, la rouille est plus volumineuse que son métal pur et de ce fait entraîne l'arrachement de la couche de revêtement protecteur et provoque une nouvelle destruction du métal. Cette faiblesse dans la couche protectrice est supprimée par l'action d'un pigment anti-rouille. Ce dernier peut être composé de phosphates

ou de phosphosilicates de zinc ou strontium mélangés parfois avec de l'oxyde de zinc. En cas de blessure du film, les ions zinc ou strontium passent en solution dans l'eau et forment leurs hydroxydes métalliques. Ces derniers forment alors une barrière protectrice au-dessus du fer afin de le protéger contre une éventuelle corrosion.

Un autre additif est nécessaire dans la formulation d'un anti-rouille en phase

aqueuse. On l'appelle inhibiteur de rouille ou anti-flash Rust. Il empêche l'apparition des taches brunâtres (voir photo ci-dessous) qui apparaissent quelques minutes après l'application de la peinture. Ce flash Rust est dû à une oxydation instantanée du fer au contact de l'humidité.

La préparation de surface est un élément essentiel de la protection anticorrosion.

Les liants utilisés dans la formulation d'un anti-rouille en phase aqueuse

De nombreux polymères sont utilisés dans la formulation d'une peinture anti corrosion. Il s'agit des méthacryliques, des purs acryliques, des styrènes acryliques, des acryliques polyuréthanes et des alkydes en émulsion.

Ces liants formulés en peintures sont utilisés, soit comme couche de fond anti-rouille recou-

verte ensuite par une peinture de finition, soit comme couche de fond et finition anti-rouille.

Dans les systèmes deux composants, on utilise souvent l'époxy comme anti-rouille de fond pour ses propriétés d'adhésion sur tous les supports métalliques et sa grande résistance contre les agressions chimiques.

L'efficacité d'un système hydrodiluable

Les chemins de fer suisses et allemands font appel systématiquement, et avec un grand succès, aux finitions hydrodilubles depuis 1968 et aux primaires hydrodilubles depuis 1982. Le système est le suivant :

1. Un décapage Sa2½ (Norme ISO 12 944-4: calamine, rouille et impuretés sont éliminées, le pourcentage de la surface propre est de 95 % au minimum).
2. Un primaire anticorrosion 2K époxy hydrodiluable (40 µm) ou pur acrylique monocomposant avec des pigments passivants.
3. Un fond garnissant 2K polyuréthane aqua pigmenté (40 à 60 µm).



Sans inhibiteur de rouille

Avec inhibiteur de rouille

Corrosion d'une barrière due aux intempéries.

4. Une finition 2K polyuréthane aqua incolore (40 à 60 µm).

La durée de vie d'un véhicule ferroviaire généralement admise est d'une quarantaine d'années. Le primaire et le fond garnissant doivent tenir ce délai, alors que la finition doit être renouvelée au bout de 12 à 15 ans. Le séchage extrêmement rapide, la très bonne résistance aux intempéries et aux détergents acides ainsi que la facilité de retouche lors de dommages ou de travaux d'entretien font que 5000 voitures roulent actuellement depuis 30 ans avec ce type de revêtement en Suisse et en Allemagne.

Conclusions

Nous pouvons retarder le processus de la corrosion pendant un certain temps à l'aide de revêtements ou de transformations chimiques de la surface du métal sans jamais l'éviter complètement. Finalement, la nature prend toujours le dessus. Cependant, on pourrait

augmenter la durabilité et l'efficacité d'un système anticorrosion appliqué sur de l'acier en prenant en compte les éléments suivants :

- définition du système par rapport à l'environnement;
- respect des épaisseurs nominales et des conditions de mise en œuvre des produits.

La préparation de surface est un élément essentiel de la protection anticorrosion, la négliger conduit à de graves désordres. Elle a pour objectif d'éliminer «les polluants» (graisse, sel, calamine, oxydes, etc.) du support : Les différentes méthodes sont les suivantes :

1. Dégraissage

Obligatoire lorsque la surface à peindre est souillée par des corps gras. Le procédé le plus utilisé est le dégraissage aux solvants. Les détergents alcalins sont aussi utilisés à froid ou à chaud par aspersion ou trempage.

2. Décapage mécanique manuel

Brossage, grattage des surfaces pour éliminer la rouille et la calamine non adhérentes. Il doit être réservé à des travaux simples ne demandant pas des performances élevées.

3. Décapage mécanique

Consiste à éliminer les oxydes et la calamine non adhérents à l'aide d'un outil mécanique (ponceuse, pistolet à aiguilles, etc.) plus efficace que le décapage manuel pour obtenir une protection anticorrosion de haut niveau.

4. Décapage par projection d'abrasif

Sablage, grenailage: méthode très utilisée chaque fois qu'elle est possible. Elle permet d'obtenir le meilleur résultat avec le plus de reproductibilité.

Techno GR
Moufâi Gharbi

