



ESDEP

GROUPE DE TRAVAIL 4A

**PROTECTION DE L'ACIER CONTRE LA
CORROSION**

Leçon 4A.1

Généralités sur la corrosion



OBJECTIF

Donner aux architectes et ingénieurs débutants les bases du processus de corrosion et les moyens pratiques de protection des structures en acier.

PREREQUIS

Aucun

LEÇON CONNEXE

Aucune

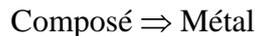
RESUME

Dans cette leçon, on aborde de façon très simple la théorie de la corrosion. On voit rapidement les échelles des potentiels galvaniques et la corrosion galvanique. On étudie les raisons pour lesquelles les structures en acier exigent une protection contre la corrosion ; la théorie fondamentale de la protection est décrite, c'est-à-dire l'étude de l'environnement, des choix des revêtements protecteurs, les options concernant la préparation des surfaces ainsi que des données générales comme par exemple la propreté chimique.

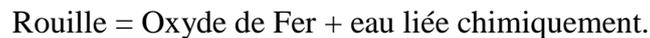
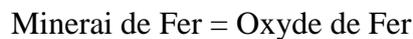
1. LA CORROSION

Les métaux les plus courants se présentent dans la nature sous forme de composés métalliques. Les composés principaux ou minerais, sont les oxydes et les sulfures.

Le procédé d'extraction est :



Les métaux réagissent spontanément à tout milieu liquide ou gazeux dans lequel ils se trouvent placés et il apparaît un produit de corrosion qui ressemble beaucoup au minerai d'origine. Ainsi :



Les processus de corrosion sont des réactions chimiques se produisant à la surface du métal. Ils obéissent à des lois chimiques bien établies - ce qui est parfait quand on les connaît ! La plupart d'entre nous ne les connaissent pas parce que nous ne rencontrons pas tous les jours des problèmes de corrosion. Le but de cette leçon est de découvrir les principaux types de corrosion que l'on rencontre dans les bâtiments, les structures, les usines, etc.

Les produits de la corrosion agissent parfois comme une barrière entre le métal et son environnement, ce qui ralentit en fait le taux de corrosion. On observe fréquemment ce phénomène lorsque des métaux se corrodent dans l'air, processus connu sous le nom de « corrosion sèche ». On ne peut s'attendre à ce que ce phénomène survienne lorsque les produits de corrosion sont solubles et que la corrosion se fait en milieu aqueux, c'est-à-dire « corrosion humide ». Par exemple, en environnement sec.



Ce qui ne donne pas grand-chose !

Mais si l'on ajoute un condensé d'acide (comme c'est fréquemment le cas en environnement industriel) :



Cette eau disparaît lentement, laissant le Zinc à nu.

1.1 La corrosion sèche

A température ambiante, la plupart des métaux présentent une couche très mince d'oxyde, résultat de la réaction du métal à l'oxygène atmosphérique. Il se peut très bien que les métaux soumis à un réchauffement, présentent une couche plus épaisse ou que la couche se détache. Par exemple, l'acier laminé à chaud présente une couche d'oxyde complexe instable physiquement mais qui garde une valeur protectrice, pourvu que l'acier reste à l'air et aussi longtemps que la couche reste une couche continue.

Le zinc, dans l'air, présente un film d'oxyde de zinc assurant une assez bonne protection qui augmente très lentement d'épaisseur. L'aluminium présente une couche très mince d'oxyde, assurant une forte protection.

La corrosion sèche peut sembler improbable. Il vaut cependant la peine de se rappeler qu'une certaine corrosion se produit même à taux d'humidité nul. Il faut l'enlever avant l'application de toute forme de couche de protection.

1.2 La corrosion humide

La corrosion humide se produit en milieu humide, c'est-à-dire lorsque l'humidité relative excède 60 %. Ces environnements sont neutres, acides ou alcalins.

Il peut se produire une destruction uniforme du métal, c'est-à-dire une oxydation généralisée ou une destruction localisée, c'est-à-dire un « pitting » (corrosion sous tension). Cette destruction se concentre sur des zones adjacentes à un métal plus noble ou en des points où l'apport d'oxygène est limité.

La corrosion humide est électrochimique. Un métal immergé dans un liquide conducteur (composés sulfureux dans l'eau dans une atmosphère industrielle ou chlorure de sodium dans l'eau en milieu marin) présente des zones de résistance électrique différentes du reste de la surface ([figure 1](#)). Un courant électrique « positif » passe de l'**anode** négative (-) à la **cathode** positive (+), ce qui amène la dissolution ou « corrosion » de l'**anode** ([figure 2](#)). En d'autres termes, le processus de corrosion humide ressemble, en gros, à une batterie d'automobile.

Dans les publications concernant la prévention de la corrosion, les termes « galvanique » et « série galvanique » ou « échelle des potentiels galvaniques » sont d'usage courant.

La **corrosion galvanique** est la destruction du moins noble de deux métaux liés l'un à l'autre, par exemple dans l'eau de mer, le zinc est moins noble qu'un acier doux, et le zinc se désagrège rapidement.

L'**échelle des potentiels galvaniques** est une liste de métaux classés selon leur potentiel de corrosion, le plus corrodable en premier et le moins actif en dernier. La liste simplifiée ci-dessous montre que l'aluminium et le zinc s'utilisent en couche pour protéger l'acier doux et l'acier inoxydable pour le remplacer dans certaines circonstances :

- aluminium,
- zinc,
- fer,
- acier doux,
- acier inoxydable,
- cuivre,
- argent,
- or,
- platine.

On dit que les métaux les plus actifs, c'est-à-dire le zinc et l'aluminium ont un potentiel électrique négatif. On dit encore qu'ils sont anodiques. Les moins actifs, c'est-à-dire l'or et le platine, sont dits nobles ou cathodiques.

Lorsque l'on met en contact deux métaux dissemblables en présence d'un électrolyte, le plus noble (cathodique) tend à être protégé, tandis que le plus actif (anodique ou négatif) se corrode rapidement. Lorsque la différence de potentiel entre deux métaux dissemblables augmente, il en va de même de la probabilité de la corrosion galvanique.

En résumé, la corrosion des métaux est, pour simplifier, l'opération inverse de leur procédé d'extraction. 90 % de la corrosion marine ou industrielle sont de type électrochimique et l'on peut considérer qu'il en va comme d'une batterie d'auto.

1.3 Pourquoi protéger l'acier ?

A la base, l'acier est un alliage de fer et de carbone, d'autres éléments venant s'y ajouter selon le procédé et selon les performances requises. Les aciers de construction (à teneur moyenne en carbone) contiennent de 0,12 à 0,24 % de carbone. On a vu plus haut que le minerai de fer est de l'oxyde de fer et que la rouille est de l'oxyde de fer plus de l'eau chimiquement liée. L'acier est le produit instable d'un processus de fabrication. Il se combine aisément à l'oxygène et à l'eau, pour donner un oxyde de fer qui n'est pas sans analogie avec le minerai de fer avant raffinage.

La corrosion électrochimique présente des zones de haute concentration. C'est alors que peut se produire un taux élevé de destruction en des points qui ne représentent pas plus de 1 % de la surface totale, ce qui peut rendre inutilisable une pièce d'acier. Il y a un certain nombre de raisons pour que la corrosion locale se concentre en un point :

- La première raison est liée à la présence de la calamine ([figure 2](#)). Une grande proportion des éléments en acier utilisés dans les structures sont laminés à chaud. L'acier chauffé à blanc est profilé en le faisant passer entre des rouleaux qui le compriment et réalisent le profilé. A certains moments du processus, on verse de l'eau sur l'acier en formation. Ces deux opérations provoquent la formation d'un dépôt d'oxyde à la surface de l'acier.

La couche d'oxyde sur l'acier laminé à chaud s'appelle calamine. Comme on l'a vu plus haut, elle est physiquement instable. C'est une entité différente de l'acier, comme l'est une couche de peinture.

- Deuxièmement, la calamine n'est pas une couche continue et ne forme pas de barrière de protection.
- Troisièmement, la calamine est cathodique, l'acier anodique. Si la couche de calamine n'est pas continue, il se forme un peu de condensation contenant des impuretés dissoutes qui agissent comme électrolyte et peut-être un peu d'oxygène dissous, une cellule de corrosion se forme dans laquelle l'acier se dissout (se corrode).
- Quatrièmement, de petites zones d'acier à nu au milieu de plages étendues de calamine, c'est-à-dire de grandes surfaces cathodiques, donnent lieu à une attaque intense par piqûre ([figure 3](#)).
- Cinquièmement, le formage à froid, le soudage etc. produisent des zones de fortes contraintes qui présentent des zones anodiques (-) et cathodiques (+) adjacentes ([figure 4](#)).
- Sixièmement, la corrosion en crevasse se produit dans les zones de faible concentration en oxygène d'une cellule de corrosion ([figure 5](#)).
- Septièmement, même l'acier formé à froid présente des zones anodiques et cathodiques qui donnent lieu à une corrosion électrochimique ([figure 6](#)).

2. PROTECTION DES STRUCTURES EN ACIER

Quelques considérations pratiques fondamentales.

2.1 Effet du milieu et des états de surface

La corrosion a le plus de risques de se produire lorsque l'on constate la présence :

- d'une humidité élevée (ce qui fournit l'eau essentielle, soit plus de 60 % d'humidité).
- une pollution atmosphérique (qui amène les impuretés, telles que sulfures et chlorures).
- de la présence de calamine avec solutions de continuité : la calamine devient le pôle positif (cathode) et l'acier le pôle négatif (anode) qui se dissout ou se corrode dans la cellule de corrosion.

Avant de décider comment protéger un acier quelconque, on doit se poser la question « contre quoi ? ». Le tableau 1 donne les milieux en général. La réponse aux questions suivantes aidera à trouver la bonne solution :

- a) Quel est le milieu ?
- b) Le milieu va-t-il changer dans un avenir prévisible ? Si oui, pour quelle raison et comment le milieu sera-t-il modifié ?
- c) Y a-t-il pollution locale, par exemple du dioxyde de soufre qui rendrait le milieu plus agressif qu'à première vue ?
- d) En termes d'environnement, faut-il séparer le projet en différentes parties selon le(s) système(s) de protection à envisager ou bien le pire des cas s'appliquera-t-il partout pour simplifier les choses ?
- e) Quelles sont les conditions particulières, comme par exemple des projections d'eau, la présence de liquides résiduels, qui excluraient l'emploi de revêtements spécifiques ?
- f) Le système de protection choisi peut-il être entretenu de façon efficace et économique tout au long de la durée d'utilisation requise de la structure ou de l'implantation ?

2.2 Protéger avec quoi ?

La façon la plus pratique de protéger l'acier est d'appliquer une autre couche soit qui agisse comme anode (c'est-à-dire qui se dissout de préférence à l'acier), soit comme barrière ou les deux à la fois. Les revêtements protecteurs les plus répandus sont les peintures, la galvanisation à chaud, les projections de zinc ou d'aluminium ou l'un de ces trois derniers recouverts d'une couche de peinture. Leurs caractéristiques sont résumées dans l'Annexe 1. Elles sont étudiées dans la [leçon 4A.2](#).

2.3 Préparation de surface

La préparation des surfaces joue un rôle majeur dans la détermination de la valeur protectrice d'un revêtement. Pour les couches métalliques elle fait en général partie du procédé de fabrication et est prévue par les normes nationales et européennes. En, ce qui concerne les peintures, le type et la norme de la préparation des surfaces doivent être spécifiés et inclus dans le traitement de la couche de protection.

Qu'il faille enlever la calamine est d'une importance bien établie. Les méthodes pour ce faire et pour enlever la rouille, etc., sont les suivantes :

2.3.1 *Décalaminage par exposition aux intempéries*

Parce que la couche de calamine est une entité séparée physiquement instable qui s'effrite avant de quitter les laminoirs, la pratique consistant à laisser l'acier se patiner à l'air libre reste courante. Malheureusement, la durée de patinage à l'air libre nécessaire pour que disparaisse la calamine de l'acier de construction dépend du climat local, du type de calamine, de son épaisseur, de la forme et de l'épaisseur de la section et, lorsque le patinage à l'air libre intervient après la construction, de la position de la structure elle-même. Le temps nécessaire pour enlever 90 % de la calamine sur des plaques de 9 mm en acier moyen varie de six mois en atmosphère industrielle en Europe à plus de cinq ans dans certaines zones d'Outre-mer. Même dans des milieux très agressifs on ne saurait garantir le décalaminage complet d'une construction en moins d'un an. Se rappeler en outre que c'est en milieu agressif marin ou industriel que l'on trouve les impuretés chimiques qui, dissoutes dans l'eau, forment de bons électrolytes.

L'exposition aux intempéries n'est pas recommandée comme méthode de préparation.

2.3.2 *Décapages mécaniques*

Le burinage, le grattage et le brossage sont de loin les méthodes les plus efficaces. Elles n'enlèvent ni la rouille adhérente ni la calamine à forte adhérence.

Les brosses et les grattoirs mécaniques donnent de meilleurs résultats que les outils manuels, mais les normes atteintes sont inférieures à celles des autres méthodes décrites ci-dessous.

2.3.3 Pistolets de décalaminage pneumatiques

Une botte d'aiguilles d'acier dur est maintenue de façon lâche dans le canon du pistolet. Fonctionnant à l'air comprimé, les aiguilles font un mouvement de va-et-vient dans le canon et burinent, littéralement, la surface. Cet outil de préparation est particulièrement utile autour des écrous, des boulons et des têtes de rivet. Il est d'un usage extrêmement lent et n'enlève ni la rouille adhérente ni la calamine mince.

2.3.4 Brûlage au chalumeau

On passe la surface au chalumeau oxyacétylénique intensément chaud. Une dilatation différentielle fait se détacher la calamine. Le procédé est extrêmement lent, mais donne de bons résultats. Il n'enlève pas la calamine à forte adhérence. On ne peut l'appliquer à de l'acier de moins de 5 mm d'épaisseur à cause du risque de déformation. De plus, cela peut cuire et rendre plus adhérents les produits chimiques déposés à la surface et provoquer des défauts de peinture prématurés. On n'emploie plus guère cette méthode.

2.3.5 Décapage à l'acide

Il s'agit d'un procédé d'usine que l'on utilise sur de l'acier neuf avant sa mise en œuvre. L'acier est immergé dans un bain d'acide sulfurique ou chlorhydrique chaud ; après rinçage, on le trempe dans une solution faible d'acide phosphorique qui dépose une mince couche de phosphate cristallin à la surface de l'acier. Cette couche donne un très faible niveau de protection contre la corrosion pour un temps limité. Cette forme de décapage acide est l'une des moins chères et des plus efficaces pour enlever la calamine et la rouille. Ce n'est pas une forme satisfaisante de préparation des surfaces qui doivent de toute façon recevoir les couches d'apprêt approprié.

Les solutions de décapage à froid sur place ne sont pas efficaces.

2.3.6 Sablage

C'est une méthode extrêmement efficace pour enlever la calamine et la rouille. De la grenaille ou des billes de fonte, sont projetées par jet d'air ou par la force centrifuge. Réalisé en usine, c'est un procédé relativement peu onéreux, mais se révèle coûteux sur site. Il n'est pas toujours praticable sur des structures existantes.

Conduit selon les règles de l'art, le procédé laisse l'acier en excellente condition pour recevoir les peintures et les vaporisations de métal. Son gros avantage est la qualité de l'état de surface sur laquelle la couche appliquée « accroche » bien.

2.3.7 Observations diverses

La propreté des surfaces en termes d'efficacité avec laquelle la calamine et la rouille ont été enlevées est couverte par les illustrations de la norme ISO 8501 [1].

La rugosité des surfaces est importante par rapport à l'état de surface obtenu par sablage qui donne de la rugosité à la surface de l'acier. La norme ISO 8503, 1^{ère} partie, définit des étalons d'état de surface comme moyen de définir la rugosité des surfaces [2]. Ces étalons permettent des comparaisons visuelles et tactiles de la surface sablée.

La propreté chimique est trop souvent confondue avec la propreté de surface par le client. La rouille qui se forme en milieu marin ou industriel, contient des sels solubles. Ces sels se trouvent souvent dans des creux de corrosion et ne sont que rarement enlevés par le sablage et jamais par un nettoyage manuel ou mécanique. Si on les recouvre de peinture, on a rapidement échec du revêtement. Le sablage abrasif humide ou le lavage à l'eau potable sont tous deux utilisés comme moyen de nettoyage des structures d'acier chimiquement contaminées. Il n'y a malheureusement pas de méthode normalisée pour la détermination qualitative ou semi-quantitative des niveaux de chlorures, sulfates ou sels de fer solubles sur l'acier fraîchement sablé. On est en train de mettre au point des méthodes qui pourraient être comprises dans la norme ISO 8502 [3,4,].

2.4 Protection cathodique

Les phénomènes de corrosion galvanique et d'échelles de potentiels galvaniques sont à la base de la Protection Cathodique (PC), un système dans lequel la structure à protéger devient la cathode. Par exemple si l'on connecte dans l'eau de mer du cuivre et du fer, le fer se corrode ; si l'on connecte un morceau de zinc dans le système, un courant passe du zinc au fer et au cuivre et transforme le fer en cathode, c'est-à-dire le pôle qui ne corrode pas dans une cellule électrochimique.

La protection cathodique utilisant des anodes sacrificielles (ou réactives) se fait couramment pour la protection des structures en acier immergées. Lorsqu'il s'agit d'installations importantes, comme par exemple les jetées en mer, on utilise souvent un système à « courant imposé ». Dans un tel système, l'anode est inerte, par exemple du graphite ou du titane-platiné et la tension est fournie par une alimentation en courant continu.

La mise en place d'un système de protection cathodique d'une structure immergée ou semi-immergée réclame un certain savoir-faire. Il y a cependant trois points à garder en mémoire pour concevoir une alimentation en courant continu.

- a. Pour remplir leur rôle, les anodes réactives doivent se corroder ! Il faut les inspecter régulièrement afin d'assurer leur remplacement avant leur complète disparition.
- b. Les anodes doivent être en nombre suffisant pour assurer la densité de courant voulue sur toute la surface à protéger.
- c. Dans les systèmes à alimentation en courant continu extérieure, la polarité des connections est essentielle. Des connections inversées

provoqueraient une corrosion extrêmement rapide de ce que le système est sensé protéger !

2.5 L'acier inoxydable

On utilise parfois l'acier inoxydable, dans les bâtiments et les constructions industrielles, pour la décoration intérieure, des façades, auvents, fermetures et le matériel. La résistance à la corrosion atmosphérique que l'on associe à l'acier inoxydable provient surtout de sa teneur en chrome qui aide à la formation d'une mince couche d'oxyde protectrice qui a aussi un effet esthétique.

Trois types d'acier inoxydable sont d'usage courant dans le bâtiment et il faut avouer que les problèmes d'utilisation sont plus souvent dus à des erreurs de spécification qu'à des faiblesses inhérentes aux produits (voir le [Volume 18](#)). Les aciers inoxydables se corrodent, eux aussi !

Ces trois qualités d'acier ont des propriétés mécaniques différentes qui affectent le formage, le soudage et les performances d'utilisation. Pour une application donnée, le meilleur choix se fera en fonction du milieu, la fréquence envisageable des nettoyages, par exemple par l'eau de pluie, les propriétés mécaniques requises en cours de fabrication et les performances d'utilisation requises. Les composants de l'acier inoxydable sont chers (10 fois le prix de revient de l'acier au carbone) et méritent une réflexion sérieuse avant la spécification pour s'assurer que toutes leurs possibilités sont utilisées à fond.

2.6 Les aciers patinables

Ces aciers n'ont qu'une teneur de 1 à 2 % en éléments d'alliage, comme le cuivre, le chrome, le nickel et le phosphore. Ils sont plus résistants à la corrosion que des aciers similaires non alliés. Mais la couche protectrice ne se forme que lorsque l'acier est soumis à des intempéries régulières et cycliques. Les intérieurs humides, les milieux immergés ou enterrés ne leur conviennent pas. Il faut sans aucun doute consulter un spécialiste de l'industrie de l'acier avant de spécifier ce type d'acier. Donc :

- a. pour une période d'utilisation étendue, un facteur de corrosion doit être pris en compte car les pertes réelles varient en fonction de l'environnement.
- b. éliminer absolument crevasses et autres pièges à eau ou crasse dès la conception.
- c. lorsque l'acier commence à vieillir, des hydroxydes de fer (la rouille !) peuvent atteindre les surfaces adjacentes et provoquer des tensions.
- d. les fixations doivent être en acier patinable.
- e. il faut utiliser des baguettes de soudure en alliage spécial.

- f. pour un vieillissement uniforme, il peut être nécessaire de procéder à un sablage général.
- g. ces aciers ne conviennent pas à une utilisation en milieu marin ou dans des milieux industriels agressifs.

3. CONCLUSION

- La corrosion suit des lois chimiques établies. Dans des conditions « sèches », elle est en général inactive. Elle est très active dans des conditions « humides ».
- Le milieu « humide » dans lequel la corrosion se produit peut être soit acide, soit neutre, soit alcalin.
- La corrosion se produit aussi entre métaux différents, le moins noble (anodique) étant détruit.
- L'acier demande à être protégé en milieu « humide » pour empêcher la corrosion (réoxydation) d'intervenir.
- Le milieu qui environne l'acier implique le taux de corrosion et le degré de protection requis ; l'accessibilité justifie le type de prévention de la corrosion adopté.

4. BIBLIOGRAPHIE

- [1] ISO 8501 *Préparation du substrat en acier avant l'application des peintures et produits associés. Vérification visuelle de la propreté des surfaces.*
- [2] ISO 8503 *Préparation du substrat en acier avant l'application de peintures et produits associés. Caractéristiques du grain du substrat en acier nettoyé par sablage.*
- [3] ISO 8502 *Préparation du substrat en acier avant l'application de peintures et produits associés. Test d'évaluation de la propreté des surfaces (en préparation).*
- [4] ISO 8504 *Préparation du substrat en acier avant l'application de peintures et produits associés. Méthodes de préparation des surfaces (en préparation).*

5. LECTURES COMPLEMENTAIRES

1. Uhlig, H.H. - *Corrosion et Protection Anti-Corrosion*, Troisième édition, 1985, John Wiley & Sons.
2. *Durabilité des Structures en Acier : Protection des Structures et Bâtiments en Acier contre la Corrosion Atmosphérique*, Rapport de la ECSC 620.197,1983.
3. *Comment contrôler la Corrosion*, série d'opuscules publiés par le Ministère de l'Industrie, Commission de la Corrosion.
4. Publication BSCA : *Guide Anti-Corrosion pour l'Acier- Milieu Intérieur* (3^{ème} édition),1989, publié en collaboration avec BS (British Steel), PRA(Paint Research Association) et ZDA.(Zinc Development Association)
5. *Guide de Protection Anti-Corrosion de l'Acier- Murs d'Enceinte* (2^{ème} édition),1989, publié en collaboration avec British Steel.
6. *Guide de Protection Anti-Corrosion de l'Acier- Milieu Extérieur* (2^{ème} édition),1989, publié en collaboration avec BS, PRA et ZDA.
7. *Systèmes Recommandés*, Publiés en Coopération par Zinc Development Association
 - a. 'Intérieurs des Bâtiments' BCSA
 - b. 'Cavités Murales' BCSA (en préparation)
 - c. 'Structures d'Acier Extérieures' Paint Research Association (en préparation)
8. BS 5493 (British Standard = Normes Britanniques)
Réglementation pour la protection anti-corrosion des structures en fer et en acier.
9. DIN 55928 (Deutsche Industrialische Normen = Normes Allemandes)
Chapitre 5 Protection des structures d'acier contre la corrosion par revêtements organiques et métalliques Chapitre 5 Matériaux de revêtement et systèmes de protection.
10. Norsk Standard NS 5415 : Peintures anti-corrosion pour l'acier de construction.

11. BS Avant-Projet DD24 : *Recommandations concernant les méthodes de protection anti-corrosion des structures légères en acier utilisées dans le bâtiment.*
12. CECM n°48 : *Protection anti-corrosion de l'intérieur des bâtiments.*
13. CECM n°50 : *Protection anti-corrosion des aciers de construction par revêtements.*

ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES DES REVETEMENTS PEINTURE ET METAL

Caractéristiques de la galvanisation par trempage à chaud et de la vaporisation de métal :

- a. Longévité prévisible si le milieu est identifié correctement.
- b. Systèmes à une seule application (plus étanchéification dans certains cas).
- c. Temps de passage en atelier court.
- d. Bonne résistance à l'abrasion.
- e. Protection par pièce sacrificielle mise en place pour les zones atteintes.
- f. Bonne résistance à la corrosion.
- g. Pas d'utilisation sans peinture hors d'une gamme de pH de 5 à 12 pour le zinc et de 4 à 9 pour l'aluminium ou bien lorsque le métal est soumis à des attaques directes par des produits chimiques spécifiques.

La galvanisation par trempage à chaud présente d'autres caractéristiques :

- h. L'alliage donne une bonne liaison métallurgique.
- i. Revêtement complet des angles et arêtes. L'épaisseur dépend de la composition de l'acier.
- j. Des problèmes d'adhérence se produisent entre le zinc et la peinture appliquée par la suite. On les résout par des prétraitements spéciaux, des apprêts ou des peintures dont la formule est spécialement prévue pour l'application directe.

Pour la métallisation par projection :

- k. Peut se faire sur le site.

- l. L'épaisseur du revêtement se fait à la demande.
- m. En principe, toute structure ou implantation peut recevoir le revêtement quelle qu'en soit la dimension.
- n. La surface est, en général, meilleure pour les peintures qu'avec la galvanisation à chaud.
- o. Imperméabilisation si peinture.
- p. Sans prendre en compte le milieu, mieux vaut fournir le métal revêtu d'aluminium étanchéifié au départ de l'usine.
- q. Quand on ne pense pas que les risques de détérioration soient importants, le zinc n'a pas besoin d'être étanchéifié. Si on prévoit qu'il faudra probablement peindre et étanchéifier plus tard, le faire alors dès le départ pour éviter la formation de produits de corrosion du zinc.

Les caractéristiques des peintures sont :

- a. Longévité prévisible si le milieu est identifié correctement.
- b. N'affecte pas les propriétés mécaniques de l'acier.
- c. Convient à l'usage en atelier comme sur site.
- d. S'applique sur structures et implantations complexes.
- e. Des produits sont disponibles pour la protection contre la plupart des milieux et conditions.
- f. Tout ce qu'il faut pour peindre est facilement disponible.
- g. Les peintures sont généralement faciles à entretenir.
- h. De vastes choix de couleurs sont disponibles, permettant sécurité et ornementation.
- i. Les peintures à hautes performances exigent des normes élevées en matière de préparation des surfaces (en général, par sablage abrasif) et ne tolèrent pas de mauvaises conditions de peinture.

TRADUCTION DES FIGURES

Zones anodiques - (se corrodent) Zones cathodiques +

[Figure 1](#) – Action électrochimique locale sur une surface d'acier humide

Eau + impuretés Calamine / Cathode + /Acier / Anode –
Corrosion Courant électrique

[Figure 2](#) – Corrosion de l'anode

Acier à nu - (forte attaque par piqûre) Calamine +

[Figure 3](#) – Attaque en présence d'une piqûre

Point de forte contrainte (-) / Cathode (+) Anode - (se corrode)

[Figure 4](#) – Influence d'un pliage à froid sur l'action électrochimique locale

Forte teneur en oxygène faible teneur en oxygène, Corrosion
Électrolyte Boulon ou vis

[Figure 5](#) – Exemple de corrosion en crevasse

[Figure 6](#) - Acier formé à froid