

Longévité, durée de vie de la protection contre la corrosion

La durée de vie de la protection contre la corrosion est une donnée recherchée par les maîtres d'ouvrages qui veulent minimiser, dès la conception, les budgets d'entretien du bâtiment tout au long de sa vie. La norme d'exécution EN 1090-2 informe le constructeur métallique sur les références normatives qui traitent de la question sans dévoiler le contenu de celles-ci. Nous nous proposons dans cet article d'expliquer la démarche qu'il faut suivre pour comprendre le calcul de la durée de vie d'un ouvrage soumis à des conditions de corrosion bien identifiées.

Les conditions de corrosion

Lorsqu'un ouvrage est soumis à un milieu ambiant, il subit une évolution inéluctable qui se traduit par une dégradation de l'acier ; il se corrode et se transforme alors en oxydes de fer. Cette destruction s'opère à une vitesse qui est directement liée à l'agressivité du milieu. En effet, la dégradation sera plus rapide en bord de mer qu'à l'intérieur des terres, en milieu rural.

La normalisation a figé la description des différents milieux d'exposition en prenant en compte la vitesse de dégradation de l'acier. Il est ainsi possible de qualifier le milieu à partir d'échantillons d'acier laissés en vieillissement naturel. Les relevés d'épaisseur réguliers permettent de quantifier précisément la vitesse de corrosion du milieu considéré. Cette méthode est bien souvent trop longue, car elle fait appel à un test de vieillissement naturel.

De façon plus pratique, nous nous reportons au Tableau 1 qui donne les grandes

caractéristiques des milieux définis dans la norme NF ISO 9223.

Note : la norme NF EN ISO 12944-2 présente 2 catégories de corrosivité pour la C5. En effet, C5-M couvre le domaine de la corrosivité marine et C5-I les corrosivités liées à un environnement industriel : ces deux corrosivités présentent la même vitesse de corrosion pour l'acier.

Il n'est pas possible de prédire avec certitude la durée de vie d'une protection contre la corrosion. Les références normatives que constituent la NF EN ISO 14713-1 et la NF EN ISO 12944-2 présentent la notion de durabilité. La durabilité est la durée de vie escomptée d'une protection jusqu'à ce que la détérioration du revêtement rende les opérations d'entretien nécessaires. Cette durabilité n'est pas une durée de garantie, mais une notion technique propre à chaque dispositif de protection retenu. La durée de garantie est une notion juridique, qui peut faire l'objet de dispositions précises dans le cadre du contrat.

Tableau 1

Définition des milieux de corrosion (C1 à CX) selon NF ISO 9223 et vitesse de corrosion de la galvanisation selon NF EN ISO 14713-1 et vitesse de corrosion de l'acier selon NF EN ISO 12944-2

Code2	Catégories de corrosion	Risque de corrosion	Vitesse de corrosion Perte moyenne d'épaisseur du zinc (µm/an)	Vitesse de corrosion Perte moyenne d'épaisseur de l'acier (µm/an)
C1	Intérieur : sec	Très faible	≤ 0,1	≤ 1,3
C2	Intérieur : condensation occasionnelle Extérieur : exposition rurale à l'intérieur des terres	Faible	0,1 à 0,7	1,3 à 25
C3	Intérieur : humidité élevée, air légèrement pollué Extérieur : environnement industriel et urbain à l'intérieur des terres ou côtier doux	Moyen	0,7 à 2	25 à 50
C4	Intérieur : piscines, usines chimiques, etc. Extérieur : environnement industriel à l'intérieur des terres ou urbain côtier	Élevé	2 à 4	50 à 80
C5 C5-I ou C5-M pour acier	Extérieur : environnement industriel très humide ou côtier, très salin	Très élevé	4 à 8	80 à 200
CX	Corrosion extrême : par exemple zone tropicale.	Extrême	8 à 25	–

La galvanisation des aciers

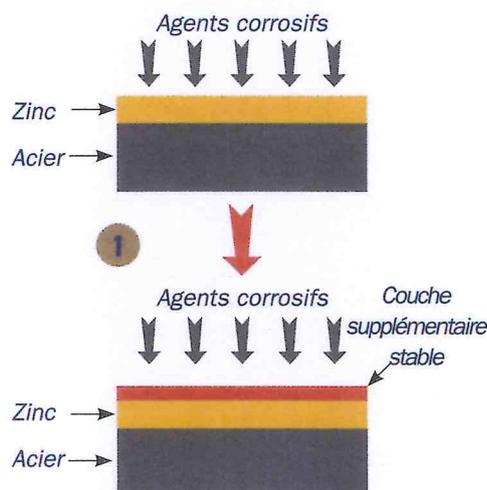
La corrosion de la galvanisation

Les pièces galvanisées sont recouvertes d'un métal qui est le zinc. La corrosion de la galvanisation correspond donc à la corrosion du zinc déposé en surface.

En sortie d'usine, le zinc est souvent brillant car il est à l'état brut et métallique. Au cours du temps, ce zinc métallique va lui-même s'oxyder et former une couche de protection supplémentaire contre la corrosion, c'est la patine du zinc (1).

Cette patine s'accompagne d'une évolution de l'aspect des pièces galvanisées. La brillance de départ laisse place progressivement à une teinte plus mate.

La norme NF EN ISO 14713 – 1 reprend la définition des milieux de corrosion tels qu'ils sont définis dans la norme ISO 9223 et la complète par la vitesse de corrosion de la galvanisation dans le milieu considéré (tableau 1).



Formation de la patine du zinc après galvanisation

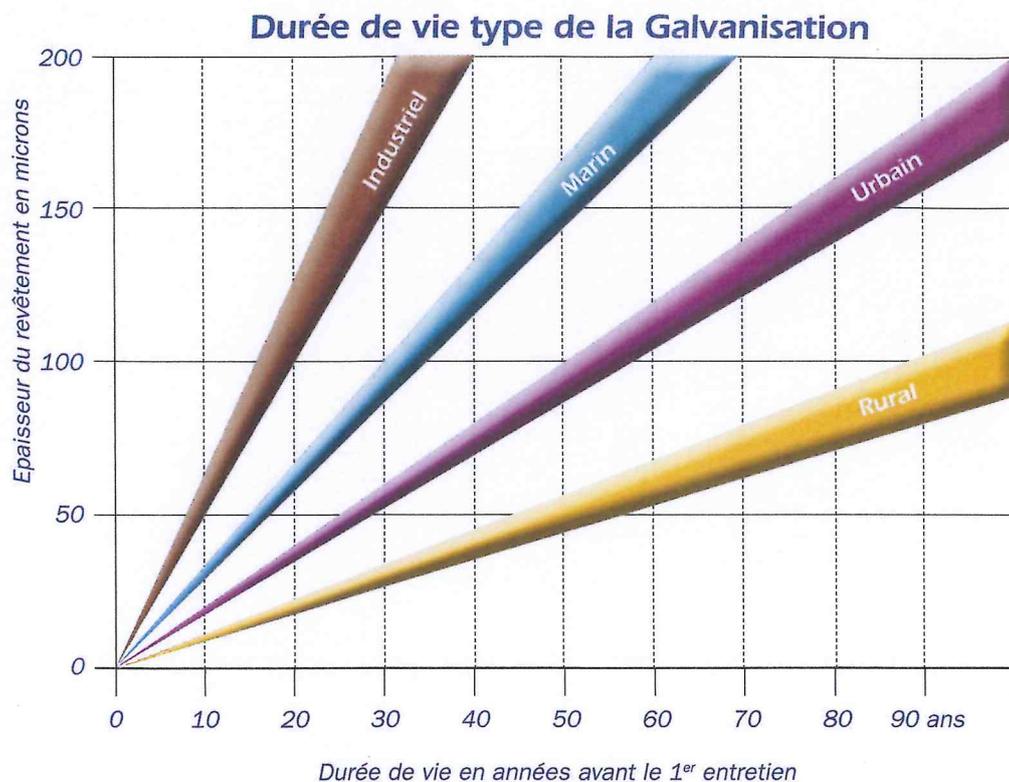
L'épaisseur de galvanisation déposée sur les pièces

Lorsqu'il est question de protection contre la corrosion, il est obligatoire de considérer l'épaisseur de revêtement de surface. Celui-ci va se consommer à une certaine vitesse que nous venons de définir, sa longévité n'est alors liée qu'à son épaisseur.

Tableau 2

Épaisseur de galvanisation selon NF EN ISO 1461

Épaisseur de la pièce	Épaisseur locale de revêtement (valeur minimale) µm	Masse locale de revêtement (valeur minimale) g/mm ²	Épaisseur moyenne de revêtement (valeur minimale) µm	Masse moyenne de revêtement (valeur minimale) g/mm ²
Acier > 6 mm	70	505	85	610
Acier > 3 mm à ≤ 6 mm	55	395	70	505
Acier ≥ 1,5 mm à ≤ 3 mm	45	325	55	395
Acier < 1,5 mm	35	250	45	325
Pièces moulées ≥ 6 mm	70	505	80	575
Pièces moulées < 6 mm	60	430	70	505



Estimation de la durée de vie de la galvanisation selon l'épaisseur déposée et selon le milieu d'exposition

L'épaisseur de galvanisation déposée sur les pièces est normalisée par le texte NF EN ISO 1461 qui relate les valeurs minimales uniquement. Il est prévu de contrôler les pièces localement et ensuite de faire une moyenne. Les valeurs de ce dépôt sont données dans le **tableau 2**.

L'estimation de la durée de vie de la galvanisation

Les deux principales grandeurs sont désormais connues: la vitesse de corrosion dans le milieu considéré (norme NF EN ISO 14713) et l'épaisseur du revêtement obtenu par galvanisation (norme NF EN ISO 1461).

Leur rapprochement permet d'estimer la durée de vie de la galvanisation. Les domaines de durée de vie sont indiqués dans la norme NF EN ISO 14713, texte qui donne aussi les vitesses de corrosion.

Ces durées de vie sont calculées pour des conditions de corrosion générales, elles ne prennent pas en compte des conditions particulières ou locales qui pourraient s'ajouter à ces conditions.

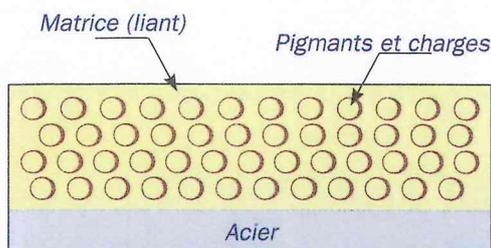
Cette estimation correspond à la durée qui sépare l'installation sur le chantier et la première opération de maintenance de l'ouvrage.

La protection des aciers par application de systèmes de peinture – Épaisseur du feuil

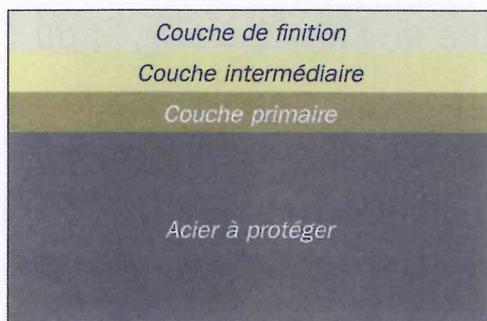
La peinture anticorrosion constitue une barrière entre l'acier et l'environnement agressif. Ce revêtement présente de part ses propriétés intrinsèques une certaine résistance aux agressions que pourrait avoir à subir l'acier non protégé.

Généralement, la peinture appliquée sur un support métallique en vue d'assurer la protection contre la corrosion est constituée de plusieurs couches successives. Chacune de ces couches remplit un rôle bien défini, et l'ensemble apporte la protection demandée. La couche primaire vise à protéger l'acier de la corrosion, la couche intermédiaire est imperméable par rapport au milieu et la couche de finition apporte l'esthétique, la couleur et résiste aux UV, aux intempéries. Aujourd'hui, on observe le développement de systèmes de peinture bicouches qui permettent une optimisation des procédés d'exécution.

Les peintures sont des préparations complexes, constituées d'éléments chimiques divers, et présentent une certaine résistivité vis-à-vis des agressions atmosphériques susceptibles d'entraîner les phénomènes de corrosion. En fonction de la catégorie de



On parle de système de peinture, dont les couches sont : couche primaire, couche intermédiaire et couche de finition.



Système de peinture

administratives du contrat, et il n'existe aucune corrélation entre ces deux notions.

Épaisseur du film et durabilité

Généralement, l'augmentation de l'épaisseur totale du feuillet sec accroît la durabilité d'un système de peinture. L'épaisseur du feuillet sec devra être mesurée, et être conforme à l'épaisseur définie contractuellement. Par ailleurs, il est défini une épaisseur nominale du feuillet sec (ENFS) qui constitue l'épaisseur minimale nécessaire au système pour apporter la durabilité requise. Attention, il faut veiller à ce que l'épaisseur du feuillet sec définie contractuellement soit respectée et éviter les surépaisseurs. En effet, les performances de la peinture peuvent être altérées au-delà d'une certaine épaisseur dite l'épaisseur maximale du feuillet sec. L'épaisseur à appliquer est définie par le fournisseur de peinture en fonction de l'état de surface du support à peindre et de la protection à effectuer. Une surépaisseur de peinture peut provoquer des défauts de faïençage précoce dans le cas notamment des peintures au zinc silicate d'éthyle.

Enfin, notons qu'une peinture prévue pour une certaine catégorie de corrosivité présentera une durabilité plus grande si elle est appliquée dans les mêmes conditions d'épaisseur et de préparation de surface, mais dans une corrosivité moins sévère.

D'autres paramètres influenceront la durée de protection d'un revêtement, à savoir la bonne protection de l'acier à protéger (élimination des contaminants, la calamine...), l'application de la peinture, la nature des produits employés en fonction de la corrosivité et leur compatibilité chimique entre eux, mais aussi les conditions de travail (contrôles de la température, hygrométrie,...) et les conceptions des pièces.

Quelque soit le mode de protection des structures contre la corrosion, il est important d'effectuer tout au long des étapes du processus de protection les contrôles de tous les paramètres pouvant entraver la qualité de la protection contre la corrosion. Le CTICM et Galvazinc Association dans une prochaine édition de CMI traiteront de l'importance de bien concevoir les pièces à protéger de la corrosion.

Nour Ghandour

Ingénieur service développement durable
Direction des opérations
CTICM

Ludovic Neel

Galvazinc Association

corrosivité que constitue le milieu tel que défini dans la norme NF EN ISO 12944-2, et de la durée de vie demandée avant la première application importante de peinture d'entretien, la norme NF EN ISO 12944-1 définit 3 classes de durabilité pour les systèmes :

- durabilité limitée : 2 à 5 ans ;
 - durabilité moyenne : 5 à 15 ans ;
 - durabilité haute : supérieures à 15 ans.
- Puis selon ces trois classes de durabilité, les systèmes de peintures sont répertoriés à l'aide des facteurs suivants :
- le type de système de peinture ;
 - la conception de la structure ;
 - l'état du subjectile avant préparation ;
 - le degré de préparation de surface ;
 - la qualité du travail de préparation de surface ;
 - l'état des assemblages, arêtes et soudures avant préparation ;
 - le travail d'application ;
 - les conditions dans lesquelles s'effectue l'application ;
 - les conditions d'exposition après l'application.

À noter que la norme NF EN ISO 12944-5 consacrée aux systèmes de peinture décrit les paramètres à intégrer dans le choix d'un système de peinture.

Attention, on observe souvent une confusion entre la durabilité, notion technique, et la durée de garantie. La durée de garantie est une notion juridique qui doit faire l'objet de dispositions précises dans les parties

Références normatives

NF EN 1090-2 Exécution des structures en acier et des structures en aluminium – Partie 2 : Exigences techniques pour les structures en acier

NF ISO 9223 Corrosion des métaux et alliages – Corrosivité des atmosphères – Classification

Galvanisation des aciers

NF EN ISO 14713-1 : Revêtements de zinc – Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions - Partie 1 : principes généraux de conception et de résistance à la corrosion

NF EN ISO 1461 : Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai

Mise en peinture des aciers

NF EN ISO 12944-1 : Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture – Partie 1 : Introduction générale.

NF EN ISO 12944-2 : Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture – Partie 2 : Classification des environnements.

NF EN ISO 12944-5 : Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture – Partie 5 : Systèmes de peinture.