

Cette note a pour objectif d'informer les professionnels et les usagers du Port de Plaisance Chantereyne (Manche) sur les phénomènes de corrosion et les systèmes anticorrosion associés rencontrés en port de plaisance.

La **corrosion** est une **interaction physico-chimique entre un métal et son environnement** entraînant des modifications dans les propriétés du métal et souvent une dégradation fonctionnelle du métal lui-même, de son environnement ou du système technique constitué par les deux facteurs... (selon l'ISO 8044).

Outre un mauvais choix de matériau, de design, ... **les principaux types de corrosion** observés sur les **bateaux de plaisance** à qui sont la **corrosion galvanique** et la **corrosion induite par un courant de fuite**.

Les différents types de corrosion

La **corrosion galvanique** se produit lorsque les trois conditions suivantes sont réunies :

- une **solution électrolytique** (l'eau de mer dans notre cas)
- **deux matériaux métalliques dissemblables** (différence de potentiel supérieure à 0,1V)
- et un **contact électrique** entre les deux matériaux métalliques

Lors de ce couplage galvanique, il sera observé une **accélération de la corrosion pour le métal le moins noble** du système métallique considéré (potentiel le plus faible dans la série galvanique – Cf. Figure 1) et une **diminution de la corrosion du métal le plus noble** (potentiel le plus élevé dans la série galvanique - Cf. Figure 1).

Exemple (Cf. Figure 2) : si on considère un montage classique d'une hélice en bronze aluminium (potentiel, $E = -400$ mV/Ag/AgCl/eau de mer) sur un arbre en acier inoxydable de type 316 à l'état passif (potentiel, $E = -50$ mV/Ag/AgCl/eau de mer), une différence de potentiel est observée et conduira à une corrosion accélérée de l'hélice (Anode) si aucune précaution n'est prise.

Pour remédier à ce type de corrosion, il conviendra de choisir les couples métalliques dont les potentiels sont les plus proches possibles, d'éviter les rapports de surface défavorables ($S_{\text{anode}} / S_{\text{cathode}} < 1$), d'éviter les contacts électriques en utilisant des joints isolants entre les deux matériaux métalliques, ...

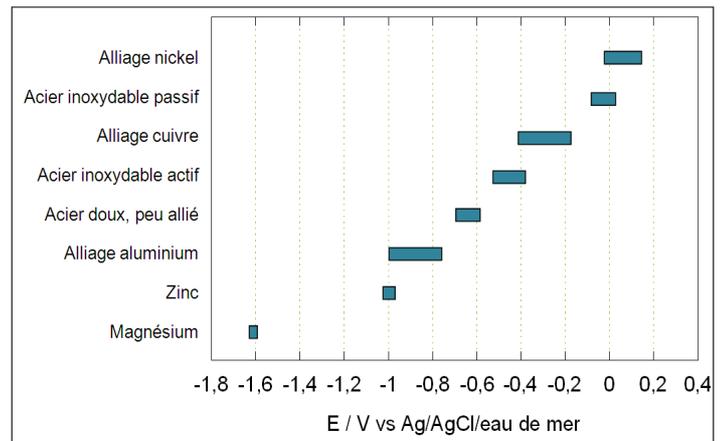


Fig. 1: Série galvanique des principaux matériaux métalliques utilisés dans l'eau de mer (Température ambiante)

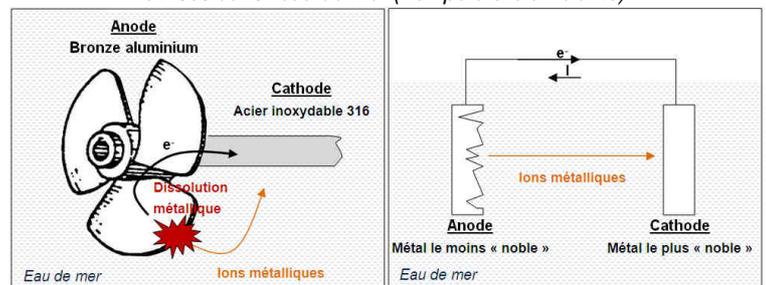


Fig. 2: Représentation schématique du couplage galvanique de type bimétallique

La **corrosion induite par courant de fuite** (ou plus communément désignée comme **corrosion électrolytique** par les usagers du port) est consécutive à un courant extérieur au système. Ce courant de fuite peut être continu ou alternatif.

Les normes européennes ISO 10133 pour le 12/24V et ISO 13297 pour le 220V sont désormais généralement appliquées pour assurer la protection des personnes mais elles ne sont pas sans inconvénient.

Cas n°1 (Cf. Figure 3) : La **prise de terre commune** à tout le ponton protège les usagers du port de l'électrocution mais, en contrepartie, relie chaque bateau à son voisin. **Le bateau le mieux protégé du ponton (bateau B) protège les autres (bateau A) et voit donc une surconsommation de ses anodes.**

Il existe différents dispositifs techniques pour remédier à ce phénomène dont les plus courants sont l'installation d'un **transformateur d'isolement** ou d'un **isolateur à diodes**.

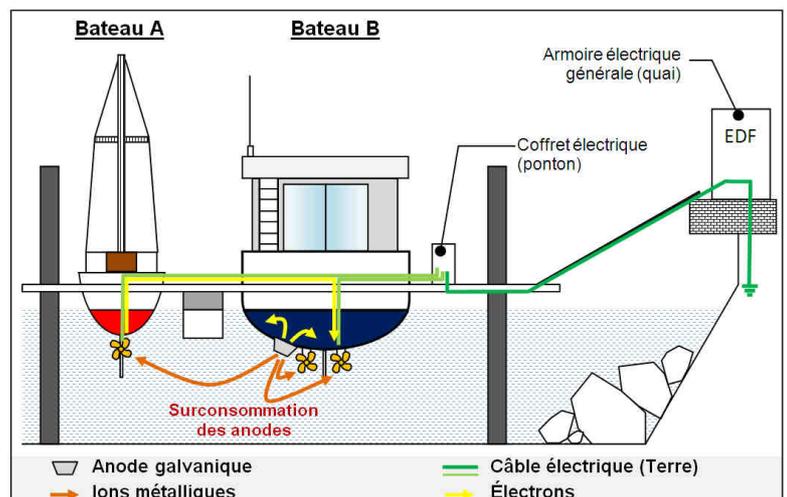


Fig. 3: Cas n°1 – Prise de terre commune

Cas n°2 (Cf. Figure 4) : Le **courant de fuite continu** est causé par un **défaut d'isolation du bateau B**, ce qui provoque la circulation d'un courant parasite dans l'eau de mer puis dans le **bateau A** et/ou dans une structure métallique du port (pieux) : une corrosion anormale se produit alors là où sortent les courants (Cf. Figure 3). Ce cas peut être observé lorsque à minima l'un des bateaux est isolé électriquement du ponton.

Les courants de fuite peuvent être d'origines multiples (son propre bateau, le bateau voisin ou le port) et les conséquences importantes (corrosion accélérée). Il est, par conséquent, recommandé de s'équiper correctement (anodes galvaniques, coupe batteries, isolateur galvanique, ...) après un bilan de l'installation électrique du bateau par un professionnel du domaine.

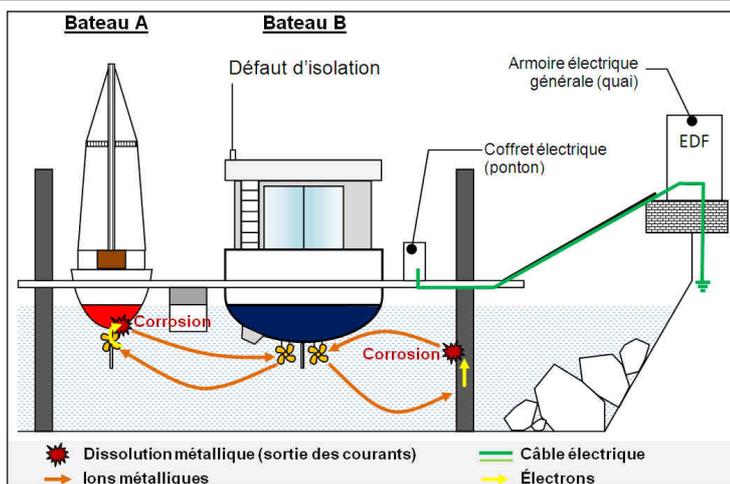


Fig. 4: Cas n2 - Défaut d'isolation du bateau B

Moyen de protection

Pour se prémunir de la corrosion, l'un des moyens de protection couramment utilisé est l'application d'une **protection cathodique par anodes galvaniques** ou **par imposition de courant**. La protection cathodique est une **protection électrochimique** qui consiste à **diminuer le potentiel de corrosion** de l'équipement métallique à protéger de manière à **réduire significativement la vitesse de corrosion**.

La protection cathodique par anodes galvaniques, pouvant éventuellement être combinée à l'application d'un revêtement peinture, est le mode de protection le plus couramment utilisé dans le domaine de la plaisance pour protéger les équipements immergés (coque, hélice, ...) – Cf. Figure 5.

L'anode galvanique est constituée d'un composant métallique dont le potentiel de corrosion est inférieur à celui du système à protéger (Cf. Figure 2), généralement en **alliages de zinc ou d'aluminium**.

Toutefois, il conviendra de s'affranchir du **risque de surprotection** (abaissement trop important du potentiel) qui peut engendrer par exemple :

- une **dégradation accélérée des revêtements** par apparition de cloques liées à la production d'hydrogène
- une **corrosion cathodique sur l'aluminium** par alcalinisation locale (domaine de stabilité de l'aluminium entre pH 4 et 9).

Le tableau de la figure 6 regroupe les potentiels de protection recommandés selon NF EN 12473.

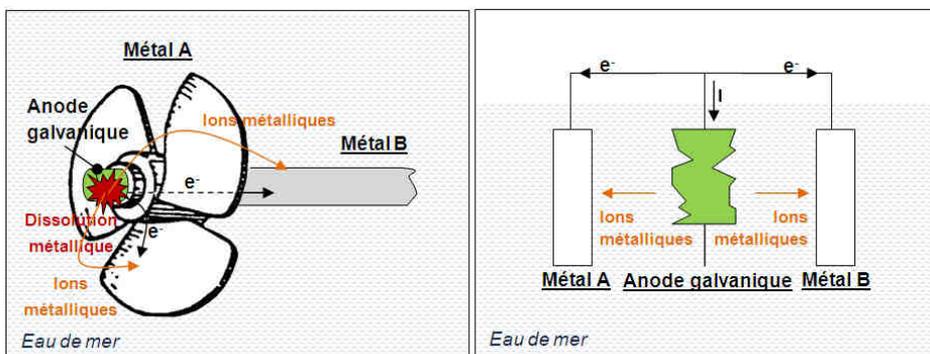


Fig. 5: Représentation schématique de la protection cathodique par anodes galvaniques

Matériau	Potentiel négatif minimum	Potentiel négatif maximum
Fer et Acier		
- Environnement aérobie	-0,8 V	-1,1 V
- Environnement anaérobie	-0,9 V	-1,1 V
Alliages d'aluminium	-0,8 V	-1,1 V
Acier inoxydable		
- Austénitique	-0,3 et -0,6 V selon l'alliage	pas de limite
- Duplex	-0,6 V	pas de limite
Alliage de cuivre		
- sans aluminium	-0,45 à -0,60	pas de limite
- avec aluminium	-0,45 à -0,60	-1,1 V

Fig 6: Potentiels de protection recommandés par rapport à l'électrode de mesure Ag/AgCl/eau de mer pour la protection cathodique de différents métaux dans l'eau de mer (selon NF EN 12473)

Contrôle de la protection

Le contrôle du potentiel de protection s'effectue à l'aide d'un **voltmètre numérique à haute impédance** et d'une **électrode de référence Ag/AgCl/eau de mer** suivant le schéma de la figure 7 (le pôle + du voltmètre est branché au bateau). Il est recommandé de réaliser ce contrôle dans différentes configurations (dans un délai court) :

- prise de ponton branchée et moteur éteint
- prise de ponton débranchée et moteur éteint
- prise de ponton débranchée et moteur en marche

❖ Si les **valeurs** mesurées dans ces trois configurations sont **différentes de quelques mV**, alors il est fort **probable** d'être en présence de **courants de fuite**

❖ Si les **valeurs** mesurées sont :

- **Supérieures au potentiel de protection** donné dans le tableau de la figure 6 (protection partielle ou absente), Il est recommandé d'**inspecter l'usure des anodes** (usure trop importante = changement des anodes) et de **vérifier la qualité du contact électrique** de l'anode avec le support (cas possibles des assemblages par boulonnerie).
- **Inférieures au potentiel de protection** donné dans le tableau de la figure 6 (surprotection), il est recommandé de **vérifier la nature des anodes et la présence de courants de fuite**.

Dans tous les cas, il est recommandé de rechercher les causes rapidement.

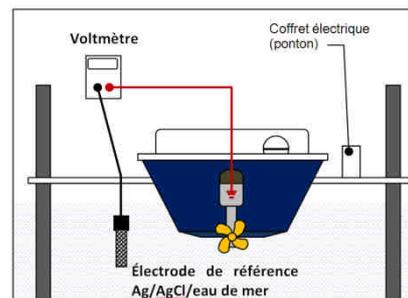


Fig 7: Principe de la mesure de potentiel