**Corrosion de fuite de courant continu.**

**Rappels :**

Dans les articles sur la corrosion galvanique, nous avons examiné les problèmes créés spontanément par la coexistence de quatre éléments :

* Un électrolyte : c’est-à-dire une solution liquide, légèrement conductrice de l’électricité. Pour nous c’est l’eau de mer (conductivité environ 50,000 μS/cm).
* Un métal « noble ».
* Un métal différent du premier, moins « noble ».
* Et un contact électrique entre les deux métaux.


**Cas pratique de bateaux bien équipés en confort électrique :**

Sur la plupart des bateaux actuels existent des équipements électriques et donc des sources d’énergie électrique.

En courant continu, on trouve en général des batteries de tension 12 ou 24 V et des moyens de rechargement : alternateurs sur moteur ou arbre d’hélice, chargeurs de quai, panneaux photovoltaïques, éoliennes, voire piles à combustible.

Si nous reprenons notre schéma et introduisons une source de courant continu, nous voyons apparaître deux cas :

* Le pole **+** de la source est relié au côté anode : les courants vont alors s’ajouter et la corrosion s’accélérer, parfois de façon spectaculaire.
* Le pole **+** de la source est relié au côté cathode : les courants vont alors se soustraire et la corrosion diminuer, voire s’arrêter. Ce cas qui parait favorable est la base des systèmes de protection cathodique à courants imposés.

Néanmoins, ce type de système doit être contrôlé finement car il peut facilement amener à une surprotection avec des conséquences tout aussi fâcheuses. Du fait de la complexité et du coût de ces systèmes couramment employés dans les marines marchande et militaire, on les rencontre rarement en « petite » plaisance (sauf notamment sur certaines embases de Z-drive Mercruiser).

Dans ces cas, l’appellation correcte est **corrosion électrolytique**, puisque consécutive à un courant extérieur au système.

En pratique, il est préférable d’éviter de se trouver dans ces deux situations.

**Deux écoles :**

Deux écoles coexistent pour l’architecture des réseaux continus sur les bateaux de plaisance :

* La première école, dite américaine, recommande un circuit électrique continu bifilaire (pas de retour de courant par la masse sous aucun prétexte) et de relier le fil – à un réseau de masse reliant toutes les masses métalliques du bateau, lui-même relié aux anodes de protection.
* La seconde, dite européenne, recommande aussi expressément un circuit électrique continu bifilaire, mais n’exige pas de relier ce réseau à la masse du bateau (ISO 10133).

Il est clair que la deuxième solution est celle qui est la plus sécurisante vis-à-vis des courants de fuite, mais il faut être très attentif à ce que cette séparation soit effective : par exemple, sauf le cas de quelques moteurs câblés en bifilaire (certains Perkins par exemple), le – des batteries de démarrage est relié au bloc moteur et donc, via la transmission, à l’arbre d’hélice et à la mer.

Le câblage devra être situé dans des zones aussi peu humides que possibles et les connexions protégées des eaux de ruissellement . Attention aux boites étanches qui le sont dans les deux sens : l’eau entrée ne ressort jamais.

**Quelques idées utiles :**

* Utilisation de transmissions isolant électriquement le moteur et l’arbre d’hélice (certaines Volvo)
* Tourteaux d’accouplement isolants : en effet, le moteur est isolé par son montage sur silent-blocks, mais il faut vérifier aussi qu’aucun contact ne s’établit, par exemple, par les canalisations carburant ou les connexions du tableau de bord, câbles d’inverseur et d’accélérateur, bougies de préchauffage, sondes de mesure sur le moteur, etc ...
* Il sera utile de prévoir des **points de tests** accessibles facilitant la mesure de l’isolement des circuits. Une solution simple et efficace est de prévoir des prises du type banane reliées au **+**, au **–** du réseau continu et à la masse bateau (un passe-coque ou un boulon de quille par exemple) au niveau du tableau électrique. Le test se fait alors simplement avec un [multimètre en position milliampère.](http://www.plaisance-pratique.com/courant-de-fuite-nefaste)
* Une solution plus sophistiquée est de monter deux voyants (LED par exemple) entre le+ et la masse et le – et la masse via un interrupteur momentané : une simple pression sur l’interrupteur permet de vérifier le non allumage des lampes et donc l’absence de fuites (commode mais peu sensible).
* Enfin il existe de vrais testeurs de fuite très sensibles capables de mesurer des courants de fuite *en courant continu* de quelques micro-ampère pour quelques dizaines d’euros.

Ce test devrait être fait pour tous les circuits consommateurs mis en marche un par un successivement pour pouvoir localiser un défaut éventuel.

**Deux pièges courants :**

* La pompe de cale automatique qui peut avoir une fuite de courant au niveau du moteur ou du contacteur en présence d’eau seulement : ne pas se contenter de mettre le circuit sous tension, mais mettre de l’eau (salée) dans le puisard et observer le résultat…
* Un autre piège est l’antenne VHF : la plupart des antennes VHF montées en tête de mat ont la gaine extérieure du coaxial reliée à l’équerre de montage, ce qui, si aucune isolation n’est prévue, va mettre le – batterie à la masse bateau via le poste VHF.

**Comment savoir si on a un problème ?**

En dehors de la mesure directe par un testeur de fuites de courant, deux signes doivent inquiéter lors de la mise au sec :

* Dissolution beaucoup plus rapide que d’habitude des anodes de protection.
* Apparition sur la peinture antifouling d’auréoles blanchâtres autour des pièces métalliques (ce n’est pas systématique, seuls certains antifouling à base cuivre ont ce type de réaction liée à l’oxydation du cuivre contenu).

**Corrosion par fuite de courant alternatif.**

**Introduction :**

Dans les articles [précédents](http://www.plaisance-pratique.com/-la-corrosion-des-metaux-en-mer-) , nous avons abordé la corrosion [galvanique](http://www.plaisance-pratique.com/la-corrosion-galvanique-1-le) et la corrosion [électrolytique](http://www.plaisance-pratique.com/la-corrosion-electrochimique) par courant de fuite continu.

Reste un autre problème, plus mal connu et encore controversé : **la corrosion électrolytique en courant alternatif.**

Il existe même une école de pensée qui va jusqu’à nier le phénomène en théorisant que les ions métalliques arrachés au métal pendant une alternance vont revenir se plaquer pendant l’alternance de signe opposé, pour une perte finale de masse nulle.

Bien que cette théorie apparaisse raisonnable et séduisante, elle s’avère fausse : l’eau de mer contient quantité d’ions négatifs qui vont se combiner avec les ions métalliques positifs et les empêcher de revenir se déposer, avec pour conséquence une corrosion de la pièce.

**Théorie et Expérimentation :**

Un expert américain [*(Dick Troberg, Professional Boatbuilder n° 105 fév/mars 2007)*](http://www.proboat.com/), travaillant pour des compagnies d’assurances, a mené une série d’expériences afin d’essayer d’y voir plus clair.



* **Dans une première expérience**, deux échantillons d’alliage léger dans un bac d’eau de mer ont été soumis :

	+ A un courant de 600 mA sous 14 V alternatif : les deux échantillons ont été dissous en 30 mn
	+ A un courant de 600 mA sous 14 V continu : l’échantillon relié au **+** a été dissous en 10 mn.

	Ceci montre que la théorie des optimistes semble se vérifier partiellement, mais que la corrosion en alternatif existe bel et bien.

	Ce qui rend le problème inquiétant est que les tensions en alternatif (230 V ou 115 V) sont beaucoup plus élevées qu’en continu, d’où des courants de fuite en proportion. Or l’effet de l’électrolyse est proportionnel à l’intensité : le risque est donc grand de dégâts catastrophiques et rapides.
* **Afin d’évaluer la susceptibilité relative des matériaux courants,** il a ensuite mené une série d’expériences suivant le schéma ci-contre :

	+ Un échantillon de 3 mm de diamètre et 3 mm de long est relié au réseau, l’autre fil étant relié à une plaque d’aluminium, le tout étant immergé dans l’eau de mer. Le critère retenu est le temps jusqu’à la coupure électrique de l’échantillon.
	+ Les résultats (en minutes) sont schématisés sur le graphe ci-après : ils sont pour le moins surprenants !
* **Que peut-on en conclure :**

	+ Une première remarque importante est que le zinc et l’aluminium ont permuté leur positions par rapport au tableau d’électropositivité classique : **en alternatif l’alu protège le zinc !**
	+ La seconde remarque est la position **du fer qui est moins affecté que les autres métaux**, apparemment du fait de la création d’une couche d’oxyde protectrice.

***Ces phénomènes, même s’ils sont mal expliqués, sont néanmoins extrêmement préoccupants et demandent donc une surveillance attentive.***

**En pratique comment faire sur nos bateaux :**

* **Il existe des testeurs de courant de fuite** permettant la détection de très faibles courants de fuite alternatifs, de l’ordre de 0,01 mA (Fluke 360, Chauvin Arnoux F62….). Malheureusement ces appareils coûtent entre 400 et 700 €.
* **Faire une mesure d’isolation entre votre circuit bord et la masse bateau** est une bonne idée, mais il vaut mieux utiliser pour cela un contrôleur d’isolation que votre multimètre : la tension de mesure est trop faible pour avoir un résultat crédible. 500 à 1 000 V de tension d’essai sont préférables si les problèmes viennent d’isolants défectueux ou humides.
* **Lors des tests, à faire de préférence circuit par circuit**, s’assurer que l’équipement consommateur est réellement en fonctionnement : un piège classique est le thermoplongeur du chauffe-eau, souvent élément à problème, qui n’est connecté par le thermostat que si l’eau est froide… : vider l’eau chaude avant la mesure !
* **Un transformateur d’isolation est une bonne sécurité**, mais ne protège pas des courants alternatifs baladeurs dans l’eau du port, par exemple entre bateaux voisins de votre place.

|  |  |
| --- | --- |
| * **Une ’manip’ très artisanale** permet de voir s’il y a un problème potentiel, de façon purement qualitative :  ***Avertissement :*** *si vous n’êtes par sûr de reconnaître la terre de la phase sur le quai, en utilisant un testeur éventuellement, cette manip peut être dangereuse en cas de confusion entre terre et phase.*  *L’épuisette à électrons*  : prendre une (longue) rallonge de mesure, la fixer sur un manche isolant, tube électrique rigide en PVC ou gaffe en composite, en laissant la fiche banane exposée (ou mieux : reliée à un morceau de tôle de cuivre de 10 à 20 cm de côté) et relier l’autre bout du fil à votre multimètre. Relier l’autre pole du multimètre (en position tension alternative) à la terre de la prise de quai et explorer l’eau autour de votre bateau en notant la valeur mesurée : si elle n’est pas nulle ou très faible, il y a un problème quelque part…  Vous pouvez raffiner en débranchant les bateaux voisins un à un (avec l’accord du propriétaire ou de la capitainerie) et voir si un changement apparait. Ceci peut éventuellement permettre d’identifier le coupable…
 | http://www.plaisance-pratique.com/local/cache-vignettes/L300xH256/multim-2-99ea1.jpg |