

L'ELECTROLYSE

Un danger sournois

Christian BRUNELIN

Expert maritime
C.MED Montpellier

Le phénomène est bien connu des plaisanciers et généralement un jeu d'anodes neuves une fois par an suffit à assurer une protection correcte du navire.

La multiplication d'incidents récents avec des embases sail-drive détruites en quelques semaines amène à se pencher plus précisément sur le phénomène.

ELECTRICITE ET ELECTROLYSE- LES NOTIONS DE BASE

Qu'est ce que l'électricité ? - Petits rappels :

On confond trop souvent **tension** (par exemple 12 V) (ou différence de potentiel) et **électricité**.

Pour faire simple, le potentiel, c'est le degré d'excitation d'un matériau soumis à un agent extérieur, par exemple :

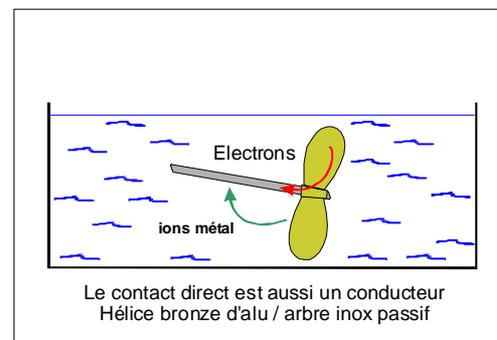
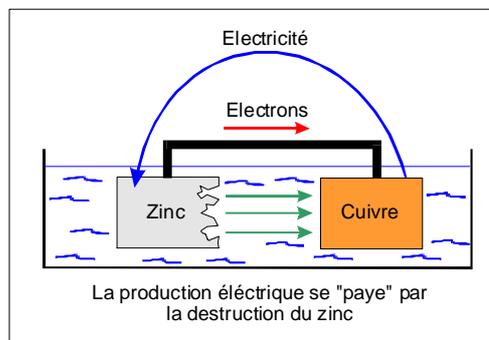
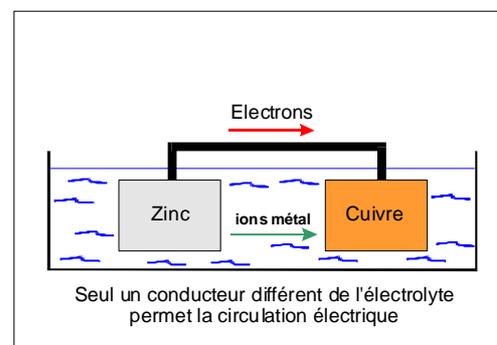
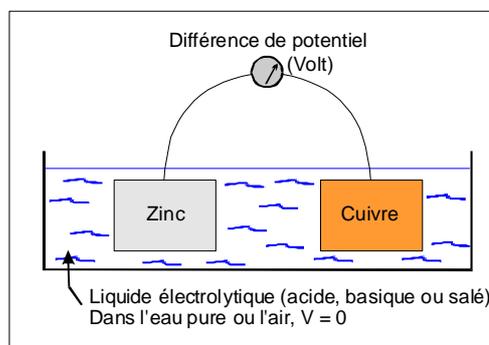
- une solution salée comme dans les anciennes piles
- une variation de champ magnétique dans une dynamo

Quand j'approche 2 matériaux à potentiels différents j'ai une *différence de potentiel*.

Quand je les relie, il y a circulation d'électrons, c'est *l'électricité*.

L'effet de pile :

Depuis la découverte de VOLTA on sait que du zinc et du cuivre trempés dans une solution conductrice offrent une différence de potentiel, ils peuvent donc fournir un courant électrique.



A L'INVERSE : PAS DE CONDUCTEUR – PAS D'ELECTROLYSE

ECHELLE GALVANIQUE DES METAUX :

Pour qu'il y ai effet de pile et donc corrosion galvanique, il faut au moins 100 mV (millivolt) de différence entre les 2 métaux

Plus la différence est importante, plus la réaction sera forte. L'échelle est maintenant bien connue

A noter le cas de l'inox qui suivant sont état, (passivé ou non) peut ou non être attaqué au contact du bronze.

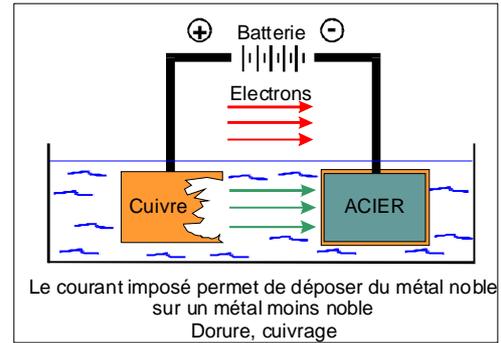
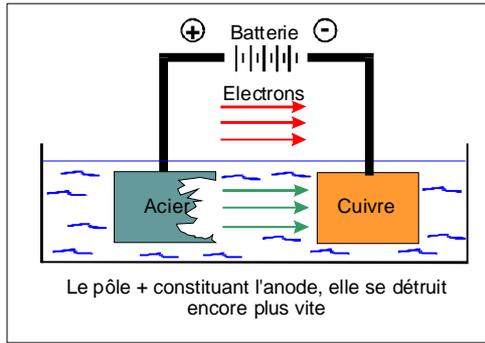
Platine, or et argent	aux environs de 0 mV
Inox 304 ou 316 passivé	- 50 à - 80 mV
Cuivre, bronze, bronze d'al	- 360 mV
Inox 304 ou 316 actif	- 500 mV
Plomb	- 510 mV
Acier – Fonte	- 610 mV
Aluminium et alliages d'al	- 850 à - 750 mV
Zinc	- 1130 mV
Magnésium	- 1600 mV

Les métaux les plus nobles provoqueront la destruction des moins nobles.

Remarquons la proximité du zinc et le l'aluminium : la protection des coques alu ou des embases nécessite des anodes en zinc très pur. Une pollution au fer ou au plomb (zinc de récup) les rendra inefficaces.

ET SI EN PLUS DU COURANT SPONTANE, SE TROUVE UN COURANT IMPOSE ?

Le conducteur entre les 2 métaux peut se trouver en plus traversé par un courant électrique issu de la batterie ou de toute autre source.



Suivant le sens du courant, le transfert de métal est soit accéléré, soit inversé.
C'est ainsi qu'on dépose certain métaux sur d'autres (électro-galvanisation, dorure, cuivrage etc.)

SUR UN BATEAU L'ELECTROLYSE EST EN TERRAIN FAVORABLE :

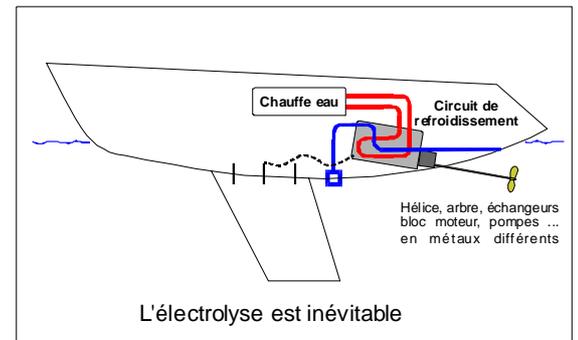
1) DES METAUX DIFFERENTS BAINES D'ELECTROLYTES

L'eau de mer mais aussi, dans certaines conditions, le liquide de refroidissement constituent des électrolytes au contact de métaux très différents : arbre / hélice, bloc moteur / corps de pompe en bronze etc.

Il y a un effet de pile passif, les anodes sacrificielles suffisent à le gérer.

Certains moteurs sont d'ailleurs équipés d'anodes sur le bloc, reste à ne pas oublier de les changer.

Par ailleurs les tresses qu'on trouve fréquemment entre les boulons de lest et le moteur constituent un excellent chemin pour l'électrolyse, en particulier en présence d'une embase.



2) DE FREQUENTES FUITES DE COURANT

La batterie constitue un stock d'électricité qui ne demande qu'à fuir à travers le moindre défaut du circuit et créera un redoutable courant imposé.

Ainsi une simple traînée de dépôt de sel peut devenir un conducteur comme nous l'avons déjà constaté entre un plafonnier (avec interrupteur, donc toujours alimenté) et le moteur à travers le tirant de cadène puis les tresses de mise à la masse.

Comment localiser les fuites ?

Il existe des détecteurs à installer à demeure sur le tableau général. Ils signalent la fuite, reste à la localiser exactement.

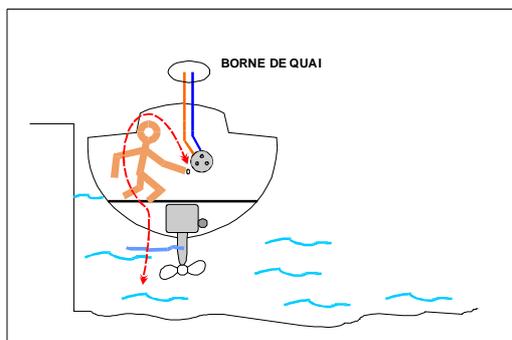
Plus simplement, à l'aide d'un testeur basique de bricolage, on peut faire régulièrement une recherche d'éventuelle fuite.

Pour cela nous avons mis au point une procédure détaillée, facile à réaliser et qui peut vous être adressée gratuitement sur simple demande par mail (brunelin@cmed34.com).

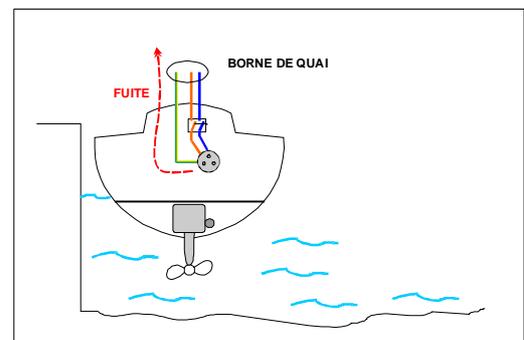
3) LES CONSEQUENCES INATTENDUES DE L'INSTALLATION 220 V

Installation de confort, le 220 V ne cesse de se développer à bord et se brancher au quai est devenu un réflexe. **Il n'est pas sans inconvénient.**

Par nature le 220 V à bord d'un navire est particulièrement dangereux. Il y a obligation de disposer d'un fil de terre (le fameux jaune / vert) qui, en autorisant la fuite de courant, permet au différentiel de détecter une différence d'intensité entre le neutre et la phase et de couper l'alimentation.



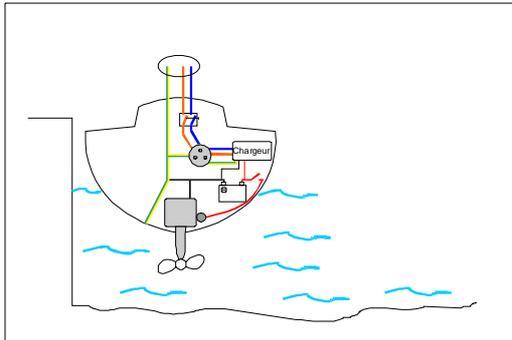
Si un appareil présente une fuite de courant : DANGER



Le fil de terre autorise la fuite et le différentiel déclenche

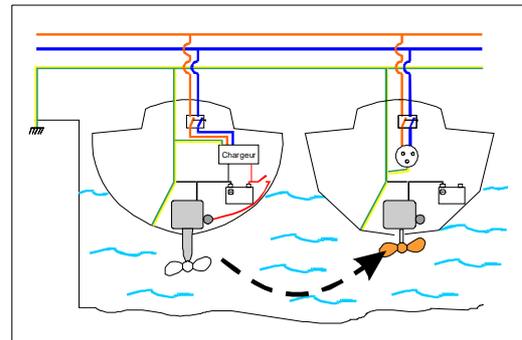
L'INSTALLATION TYPE SUR UN BATEAU DE PLAISANCE

Les normes européennes ISO 10133 (pour le 12/24 V) et 13297 (pour le 220 V) sont désormais généralement appliquées par les chantiers. La sécurité des personnes est assurée mais ...



Installation suivant les normes ISO 10133 (12/24 V) et ISO 13297 (220 V)

La terre du 220 V est reliée au négatif du moteur. En cas de fuite de courant l'utilisateur est parfaitement protégé



Inconvénient majeur :

La terre commune à tout le ponton relie les coques. Le bateau le mieux protégé protège les autres, Son embase peut devenir l'anode commune

LA PARTIE IMMERGÉE DU MOTEUR EST SOUMISE AU POTENTIEL ELECTRIQUE PRESENT DANS LE FIL DE TERRE

1^{ère} Conséquence : toute masse métallique importante et non protégée (bateau, barge, palplanches de quai) constitue un danger potentiel.

2^{ème} Conséquence, encore pire : les courants erratiques montent à bord

Le fil de terre peut transporter des courants continus ou en alternatif d'origines diverses (postes de soudure, moteurs de chantiers, de fête foraine etc.) qui imposeront les mouvements d'ions métalliques décrits plus haut.

Ces événements ne peuvent jamais être parfaitement datés, néanmoins ils existent et leurs conséquences sont d'autant plus graves que les courants sont forts.

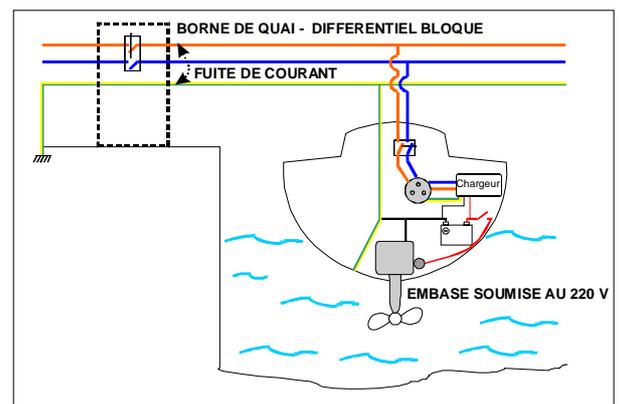
Il peut même s'agir directement du courant alternatif de la borne de quai.

Pour cela, comme dans la plupart des catastrophes, il suffit de cumuler 2 incidents qui individuellement seraient mineurs.

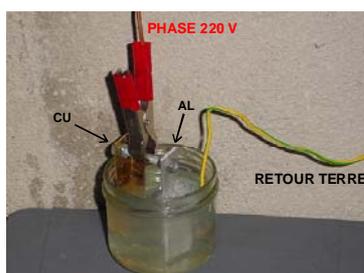
- Si :
- a) le différentiel dans la borne est bloqué (c'est fréquent)
 - b) il y a un léger passage entre la phase et la terre, dans la borne ou dans la rallonge.

Dans cette situation, le différentiel du bateau ne peut rien détecter (l'incident est en amont)

L'embase est soumise au 220 V et les choses vont très vite : sous l'effet du courant alternatif, la partie métallique immergée devient anode puis cathode à chaque cycle soit 50 fois par seconde. Pendant le *temps cathode* il y a dégagement d'hydrogène et forte oxydation, pendant le *temps anode* il y a expulsion des ions métalliques. La destruction peut survenir en quelques heures.



Nous avons reproduit le phénomène :



Une plaque d'aluminium est reliée à une plaque de laiton, l'ensemble baigne dans une solution salée. On connecte au 220 V du secteur pris en amont du différentiel.

Dès la mise sous tension le bouillonnement est violent autour de l'aluminium (dégagement d'H₂).

En 10 minutes la partie immergée de la plaque est très fortement attaquée. Il suffit de poursuivre pour la faire disparaître ...



QUE FAIRE ?

En règles générales :

- Traiter un bateau équipé d'une embase exactement comme un bateau à coque aluminium
- Savoir que les autres bateaux ne sont pas à l'abri, nous avons vu une coque en bois moulé dont la quille en acier est multi perforée.
- Etre vigilant sur la qualité des anodes, pas de zinc de récupération

Limitier les contacts entre métaux différents :

- Disposer d'un plan électrique (à jour) afin de supprimer tous les câbles et tous les contacts inutiles.
- Une chasse implacable doit être menée contre tous les câblages inutiles laissés après dépose d'instruments ou les multiples mises à la terre qui étaient pratiquées afin d'obtenir une réception BLU correcte ou une (illusoire) protection contre la foudre.
- Vérifier les tresses de masses : relier le moteur aux réservoirs est utile pour la sécurité, le relier au lest mérite question.
- Nettoyer soigneusement les fonds et en particulier les traînées de sel

Isoler le moteur et séparer totalement son circuit des batteries de service

- Il est aberrant de voir des blocs-moteurs, donc des lignes d'arbre ou des embases reliées en permanence au négatif de la batterie
- Installer des coupe-batteries dédiés au moteur afin de pouvoir vivre à bord avec le moteur isolé (plus et moins)
- Connecter le chargeur uniquement sur les batteries de service et éviter les coupleurs rotatifs qu'on oublie facilement en 1 + 2.
- Si vraiment un jour la batterie moteur est déchargée, il suffit de câbles à pinces pour se connecter le temps de démarrer.

Chasser les fuites de courant

- Installer un détecteur de fuite ou procéder à une recherche systématique 1 fois par an (demandez nous la procédure)

Contrôler le chauffe-eau

- Relié à la fois au 220 V et au circuit de refroidissement moteur, il constitue un risque souvent ignoré. Il faut l'alimenter soit à travers un interrupteur tripolaire soit une prise standard facile à débrancher. Il faut aussi vidanger régulièrement le liquide de refroidissement pour éviter que les particules en suspension le rendent conducteur.

Isoler le fil de terre du 220 V

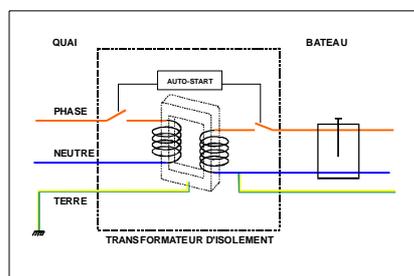
Nous avons vu le danger potentiel que représente le fil de terre.

Pour des raisons évidentes de sécurité, il est exclu de le supprimer. Heureusement, il existe des équipement qui assurent à la fois la "coupure" du fil de terre et le maintien de sa fonction : faire déclencher le différentiel. Ce sont les isolateurs galvaniques.

Les isolateurs galvaniques - La sécurité contre les courants erratiques

2 technologies sont disponibles :

- **Le transformateur d'isolement**, très sûr car le fil de terre est physiquement interrompu. Lourd (et cher).



Principe du transformateur d'isolement



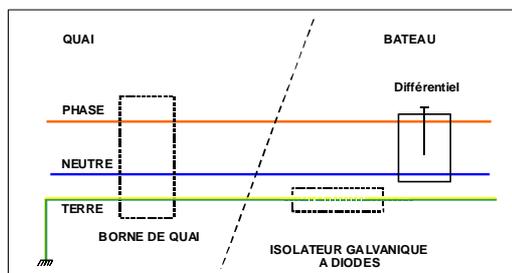
MASTERVOLT IVET
Classique 15 A - 23 kg



MASTERVOLT MASS GI
A découpage 16 A - 6 kg

- **L'isolateur à diodes**, maintient la continuité du fil, l'isolation est assurée par des diodes.

Léger et moins cher, c'est une bonne solution, il suffit de le tester régulièrement car une surtension peut griller les diodes et rien ne signale qu'il est HS.



Isolateur STERLING (chez les revendeurs Plastimo)

CONCLUSION :

Les risques sont réels, les causes multiples, les conséquences très onéreuses et souvent hors garanties pour les assurances.

Il est prudent de s'équiper correctement (anodes, coupe-batteries, isolateur galvanique) après un bilan sérieux de son installation.