

les courants galvaniques 2/2

Sommaire :

[Page précédente \(théorie\)](#)

6 .Coté pratique

.....6 .1 Corrosion électrolytique

.....6 .1 .1 Recherche de fuite de courant (sur voilier en polyester)

.....6 .1 .2 Recherche de liaison -12 Volts/Terre

.....6 .2 Corrosion galvanique

7 .Comment limiter les risques de corrosion

6 . Coté pratique

...6 .1 **Corrosion électrolytique**

.....6 . 1 .1. **Recherche de fuite de courant**(sur voilier en polyester)

RECHERCHE de FUITE SUR LE CIRCUIT 12 VOLTS SERVITUDE

Préambule : vérifier la conformité de l' installation:

une première mesure peut être effectuée en considérant l' installation conforme : [aller en 5.](#)

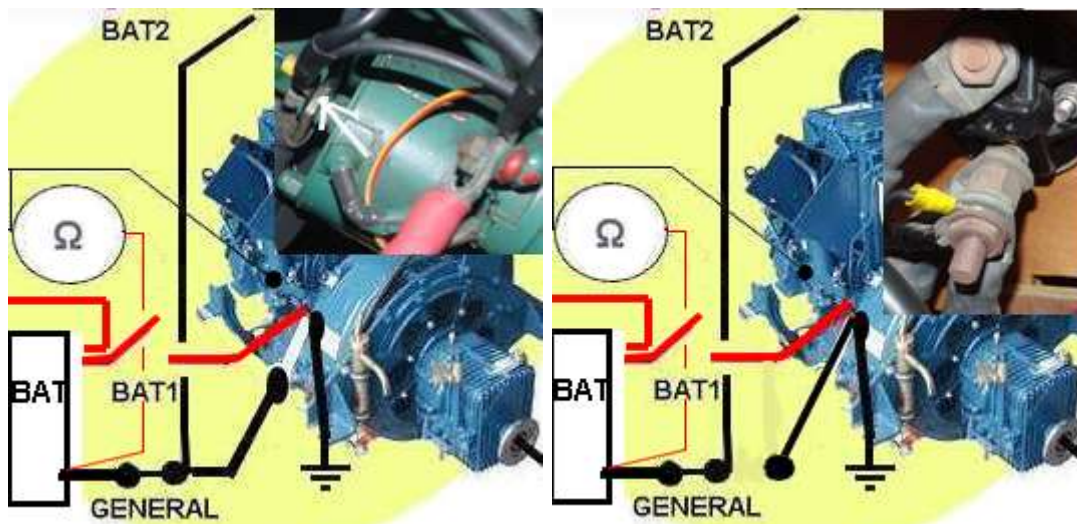
- 1 .**Tous les coupe batteries positifs servitude** et moteur sont OUVERT; le chargeur est sur OFF

- 2. **Déconnecter tous les câbles** raccordés au positifs des batteries ; il y a par exemple un câble alimentant à travers un coupe batterie une passerelle hydraulique , l'arrivée des panneaux solaires ,etc ...



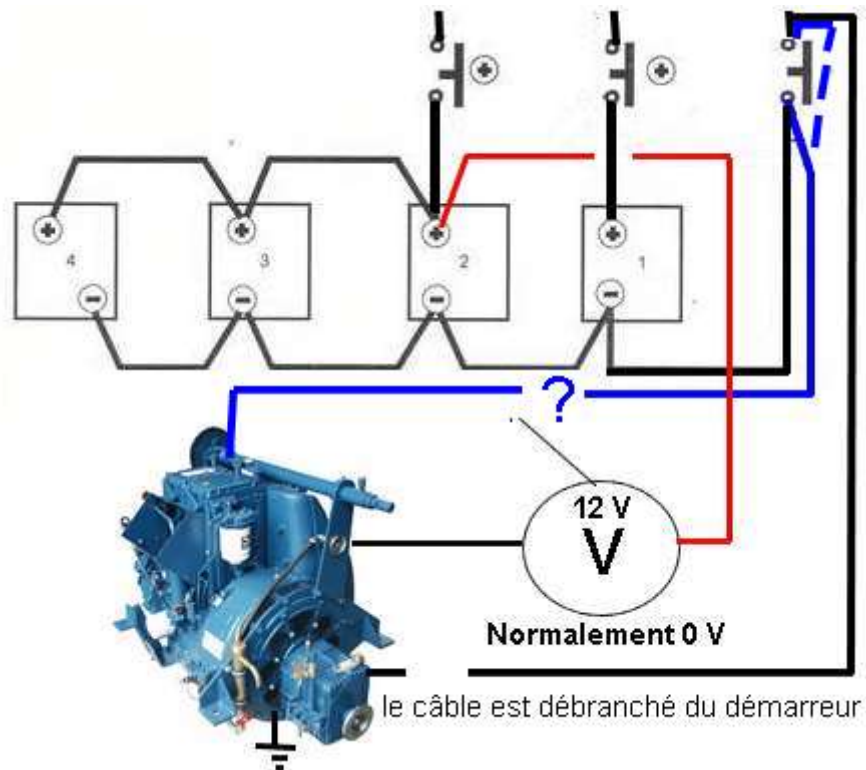
- 3 .**Déconnecter le négatif** des batteries de la masse : pour cela débrancher le gros câble NOIR alimentant le pôle MOINS du démarreur (sur le démarreur l'accès est souvent plus facile) ; Si il y a un groupe électrogène d'installé déconnecter également le négatif de celui-ci ou simplement la liaison entre le négatif du groupe et celui des autres batteries.

Vérifier l' isolement entre le négatif des batterie et la masse (sur le moteur) : il devrait être supérieur à 100 kOhm .



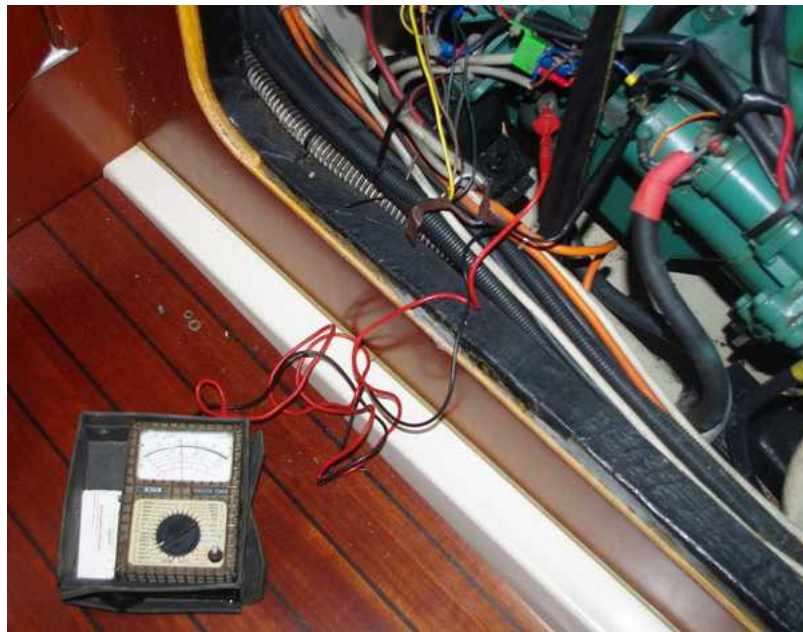
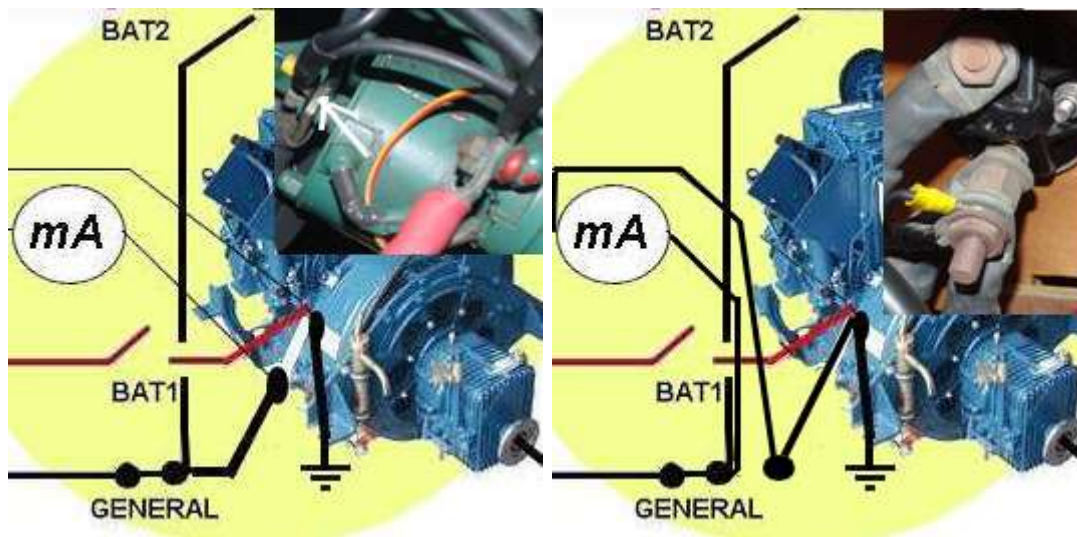
Si le multimètre dévie à l' envers : il reste une alimentation encore raccordée sur le positif d' une batterie (se méfier du chargeur même coupé coté 230 Volts) ; si il indique une continuité du circuit , un conducteur sur le pôle négatif des batteries assure cette continuité , à corriger.

- 4 . Vérifier que le négatif batteries est maintenant flottant (le potentiel n' est plus fixé par la masse) Mesurer la tension entre le pôle positif des batteries de servitude et la masse moteur coupe batterie NEGATIF ouvert puis fermé : si une tension voisine de 12 volts existe : une autre liaison assure une continuité du négatif avec la masse . **Remettre en conformité.**



- 5 Si vous avez une pince ampèremétrique (mesurant les courants continus) , refermer provisoirement le circuit **pour évaluer le courant traversant le câble** ; refermer le coupe batterie POSITIF SERVITUDE; sans pince ampèremétrique , sauter cette étape.

- 6 .Le coupe batterie POSITIF fermé (les disjoncteurs habituellement fermés sont tous sur ON) ,mesurer le courant de fuite sur le calibre approprié compte tenu des indications de la pince ampèremétrique ou en commençant par un calibre élevé et en descendant de calibre jusqu' à une mesure correcte :



Ces mesures permettent de vérifier le câblage; Si le préambule a été sauté , OUVRIR le coupe batterie positif servitude , si le courant de fuite est le même ou supérieur et d' une valeur de plusieurs dizaine de mA, il faut vérifier l' installation ...,([retour en 1](#)) après modification si il y a lieu du schéma électrique , le négatif est désormais flottant lorsqu' il est déconnecté de la masse et des mesures d' isolation avec cette masse peuvent être effectuées .

Recherche de fuite de courant

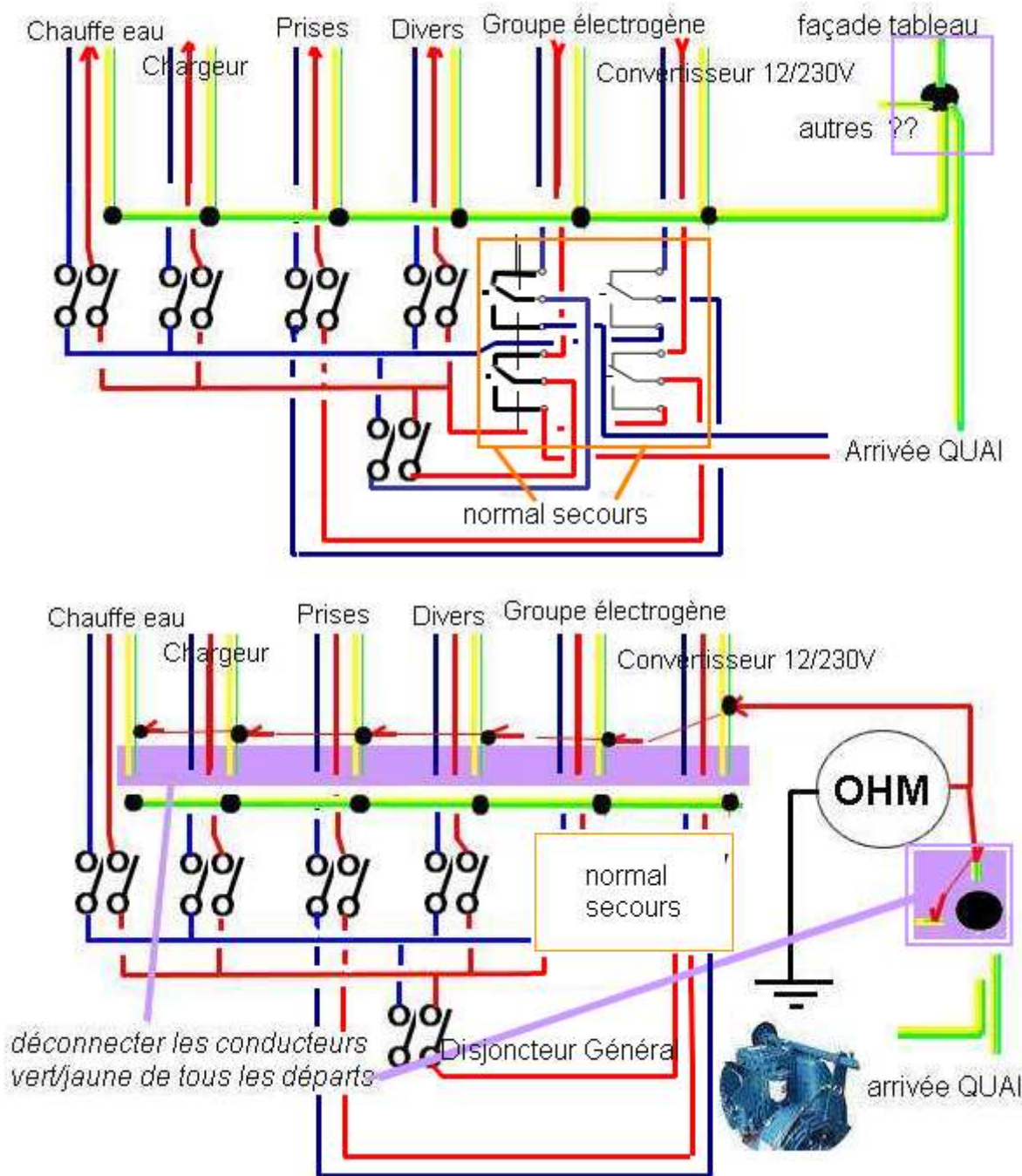
- 1. Mesurer le courant qui transite par le multimètre : quelques micro Ampères peuvent être mesurés puisque , notre négatif est flottant , une différence de potentiel existe entre le négatif et la masse (quelques dizaines de mVolts;
- 2. Si le courant mesuré est plus important :
 - Ouvrir tous les disjoncteurs ..
 - Refermer un à un les disjoncteurs pour constater quel départ est à l'origine de la fuite.
- 3 . Recherche du défaut d' isolement :
en aval du disjoncteur sur le circuit en défaut , débrancher un à un les câbles et répéter l'opération précédente jusqu'à trouver le câble ou la connexion en défaut.
- 4. Rebrancher le câble alimentant le démarreur.
- 5 réparer ou remplacer la connexion défectueuse ou le câble défectueux

6 . 1 .2. Recherche de liaison -12 Volts/Terre

Recherche de liaison(s) MOINS 12 VOLTS / TERRE

pour supprimer ces liaisons ou pour respecter les normes : raccordement en un seul points sur le -12 Volts (plus pratique en cas de corrosion si la connexion doit être supprimé provisoirement)

- **1 . Débrancher** toutes les connections à la terre de tous les départs + les arrivées du groupe électrogène & des convertisseurs et vérifier qu' il n' existe plus de liaison "terre/- 12 Volts" entre le moteur et la terre de chaque départ



Si il existe encore une liaison Terre/- 12 Volts :

- . Sur le câble alimentant les prises de courant : débrancher tous les appareils des prises de courant et vérifier à nouveau ; un appareil est en défaut et le disjoncteur différentiel du bateau ainsi que la [protection différentielle](#) du quai ne fonctionnent pas ; ce cas est peu probable.

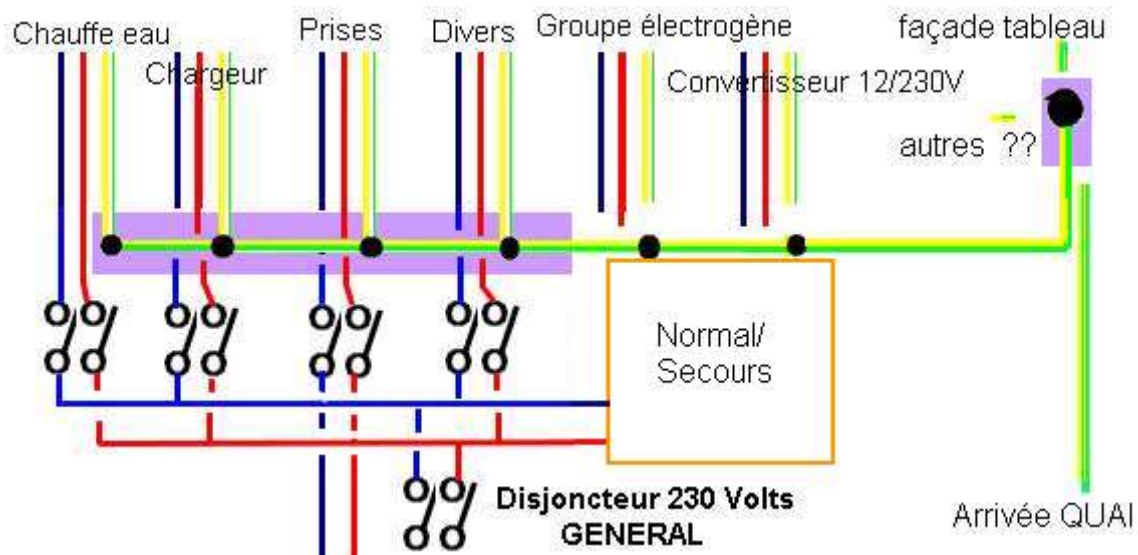
- Sur le chauffe eau : vérifier qu' il n' existe pas un conducteur qui assure une liaison entre la terre sur le chauffe eau et le moteur ou les boulons de quille etc.....(pour "assurer" une bonne terre !!!) ; supprimer le conducteur. Le chauffe eau est relié à la fois au 230 V et au circuit de refroidissement du moteur, il représente donc un risque supplémentaire d' établir une liaison -12 Volts/Terre ; il est prouvé que vidanger régulièrement le liquide de refroidissement évite que des particules métalliques en suspension le rendent conducteur.

- Sur le chargeur , autres départs : mêmes observations que pour le chauffe eau;

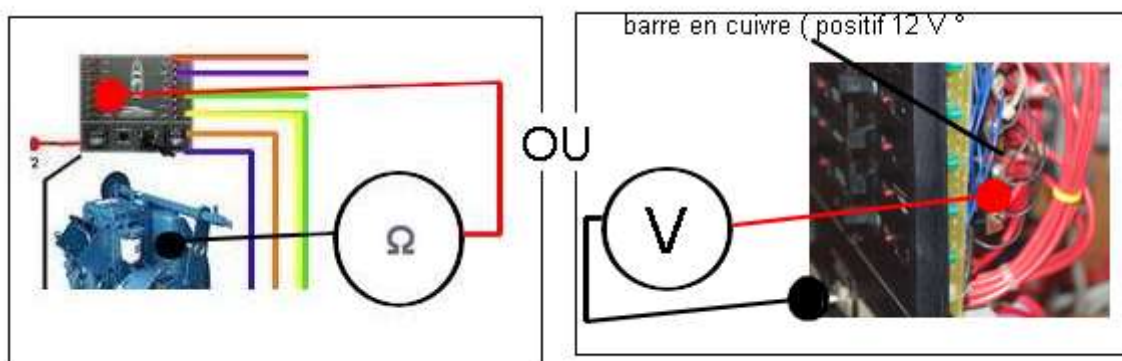
Si des difficultés sont rencontrées pour trouver une liaison du -12 Volts avec la terre , vérifier qu' il n' existe pas un conducteur de terre sur la masse d' un autoradio ,.....

- Sur les arrivées du groupe électrogène et du convertisseur 12 V/230 V , voir également si une liaison existe .(problèmes traités paragraphe 4&5).

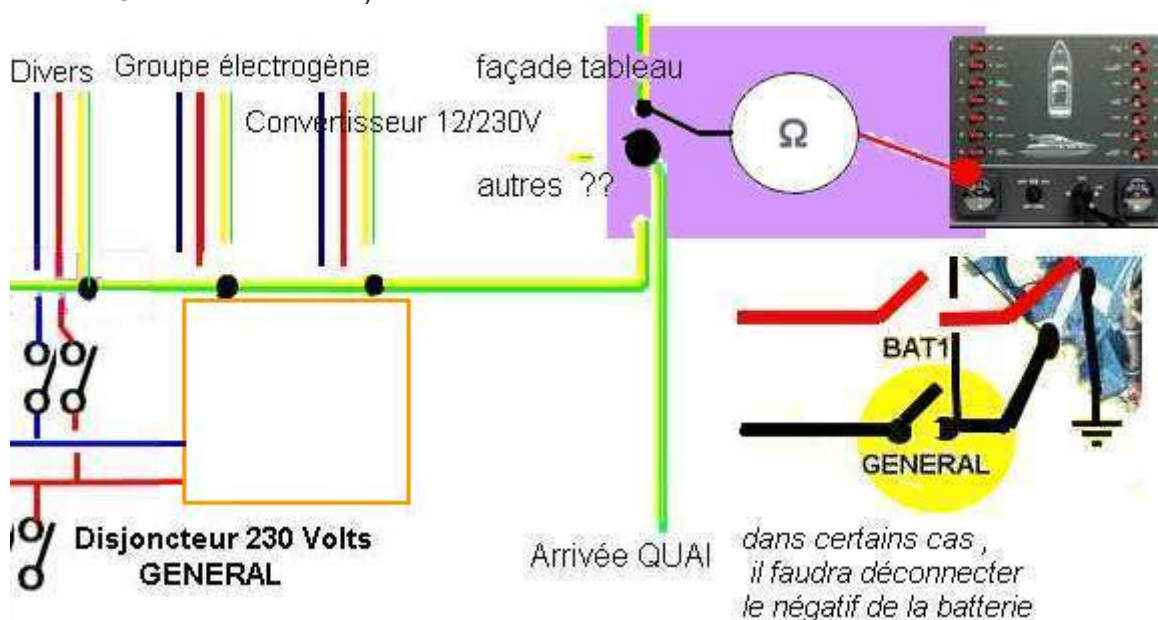
2 . Pontar ensemble les terres des câbles alimentant les différents départs,:(les terres de tous les départs seront ainsi connectées ensemble.



3 . vérifier qu' il n' existe pas de liaison entre la façade du tableau électrique (souvent en alu) et le - 12 Volts :



Par conception , sur certains tableaux , la façade en alu sert de conducteur - 12V pour différents indicateurs (voltmètre , indicateurs de niveau ,.....) ; un conducteur vert/jaune (parmi ceux déconnectés) assure peut-Être la mise à la terre de la façade du tableau , le repérer en suivant le fil ou avec un avec un multimètre (dans ce cas ouvrir le coupe batterie NEGATIF ; si une tension est toujours présente , [comme sur un Beneteau 50 voir schéma](#), déconnecter le NEGATIF de la batterie) :



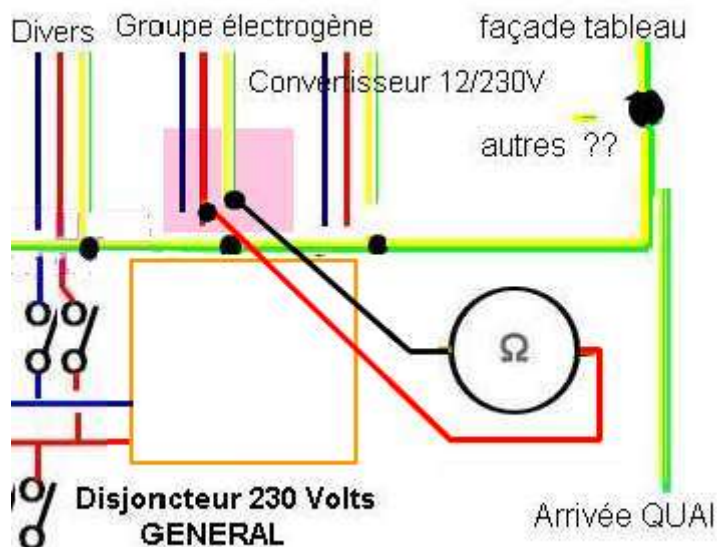
.....Si il y a une possibilité d'isoler le -12 Volts de la masse du tableau (modification de l'alimentation des indicateurs de tableau , ajout d'un conducteur négatif isolé de la masse) , dans ce cas , après avoir effectuer les modifications et vérifier qu' aucune tension était présente entre la façade et le + 12 Volts : raccorder le conducteur vert/jaune issu du tableau à la terre (avec les départs déjà pontés à la terre) ;

.....Dans le cas contraire , il faudra choisir entre :

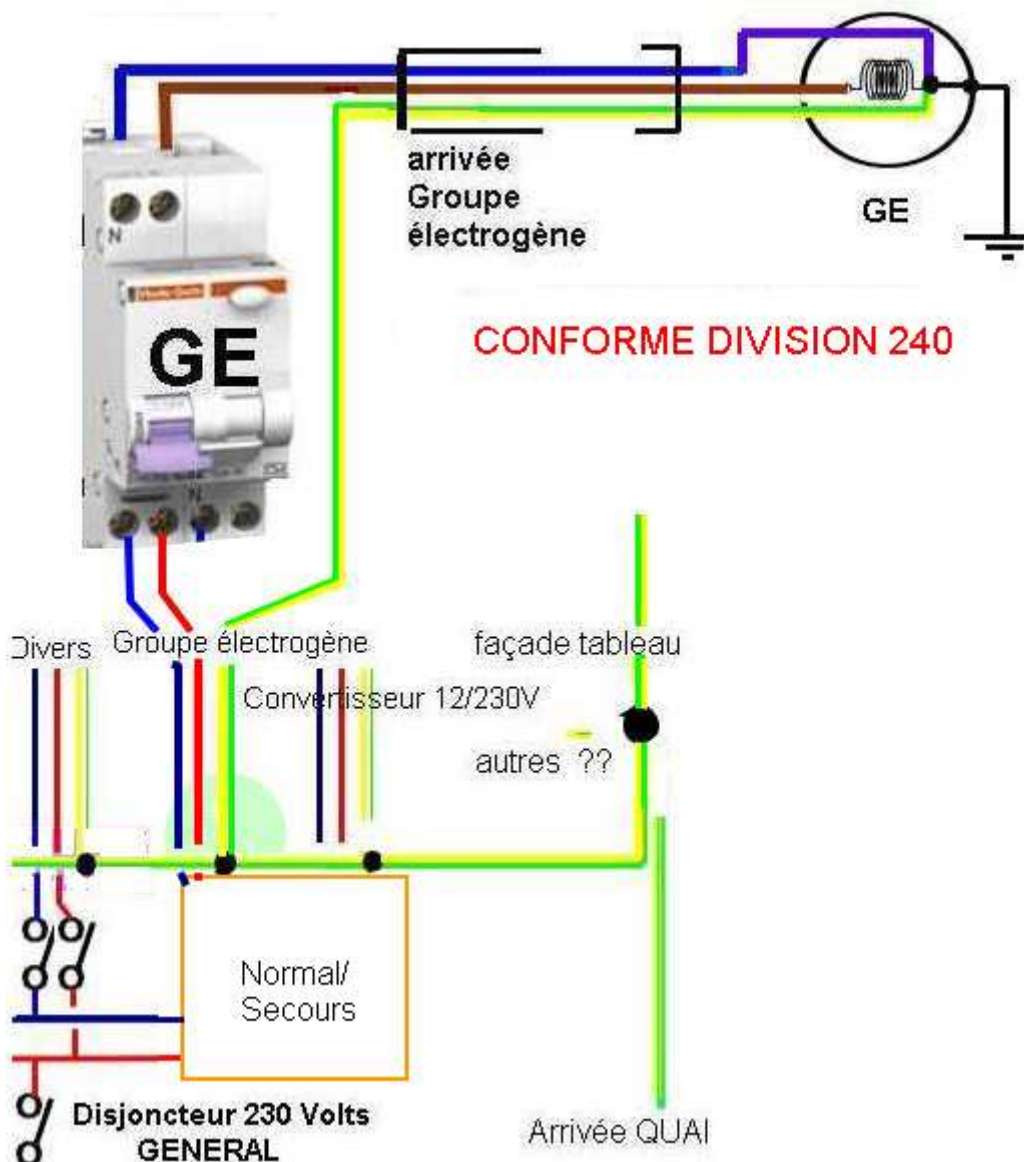
- les risques encourus par le matériel avec un raccordement du - 12 Volts à la terre du quai mais un déclenchement immédiat du disjoncteur différentiel du bateau en cas de défaut d' isolement du tableau électrique (sans toucher à la façade du tableau)..
- les risques encourus par les personnes (très petit risque car même s'il n'y a pas de fil de terre vert/jaune, le différentiel détecte un défaut d'isolement mais seulement quand on touche un appareil , en étant plus ou moins

relié à la masse , pieds mouillés , ...) et la suppression des risques de corrosion électrolytique par le matériel. La norme **ISO 13297** autorise cette solution si un disjoncteur diff. est installé.
Si la façade du tableau électrique n' est pas reliée au -12 Volts , la raccorder à la borne de terre (avec les 4 précédents départs.

4 .Vérifier qu'il n' existe pas de liaison entre la phase ou le neutre de l' arrivée du groupe électrogène avec son fil de terre:



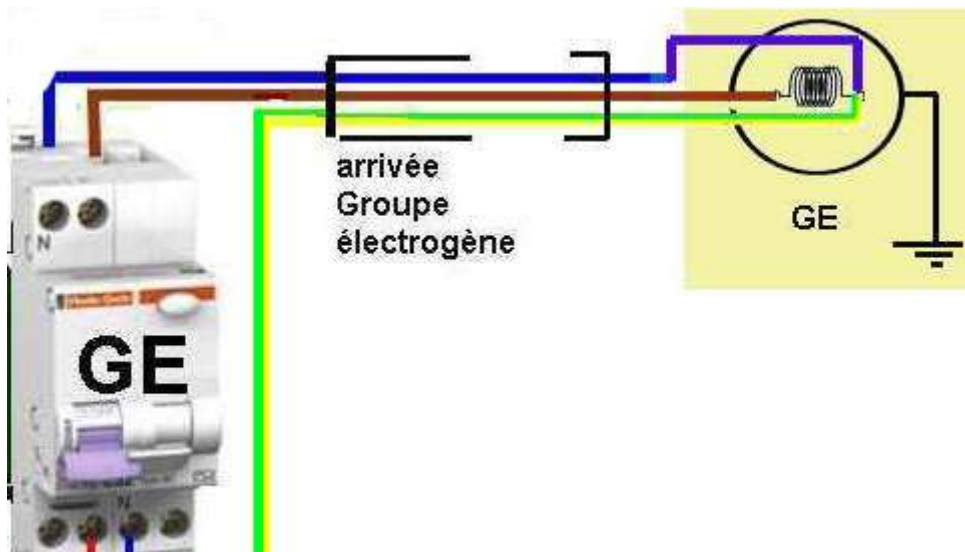
.....il y a une liaison : c' est conforme à la réglementation (régime de neutre TN-S) : mais les risques de corrosion par cette liaison existe



.....il n'y a pas de liaison où on choisit de la supprimer pour la recréer en un seul point :

Comme pour le raccordement au quai , une protection différentielle de 30 mA étant installée ,la norme 13297 permet d' éviter cette liaison.

dans ce cas le neutre (ou la phase,) sur le groupe électrogène , pour assurer la protection différentielle ([REGIME TN-S](#)), sera raccordé au conducteur vert/jaune de terre qui lui sera déconnecté de la masse , le schéma doit être le suivant:

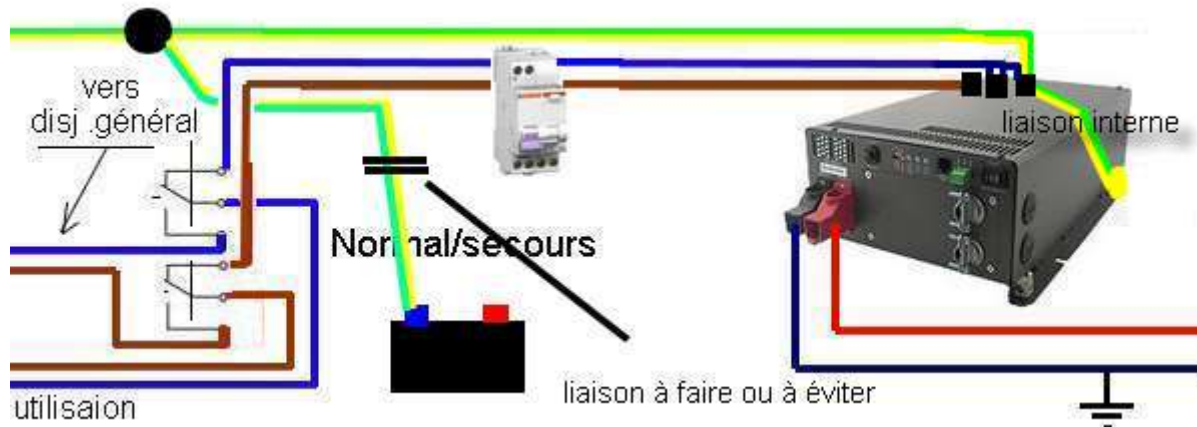


- 5 . Vérifier qu' il n' y a pas de liaison -12 Volts/terre sur le (ou les) convertisseur(s) 12 Volts continus -230 Volts alternatifs:

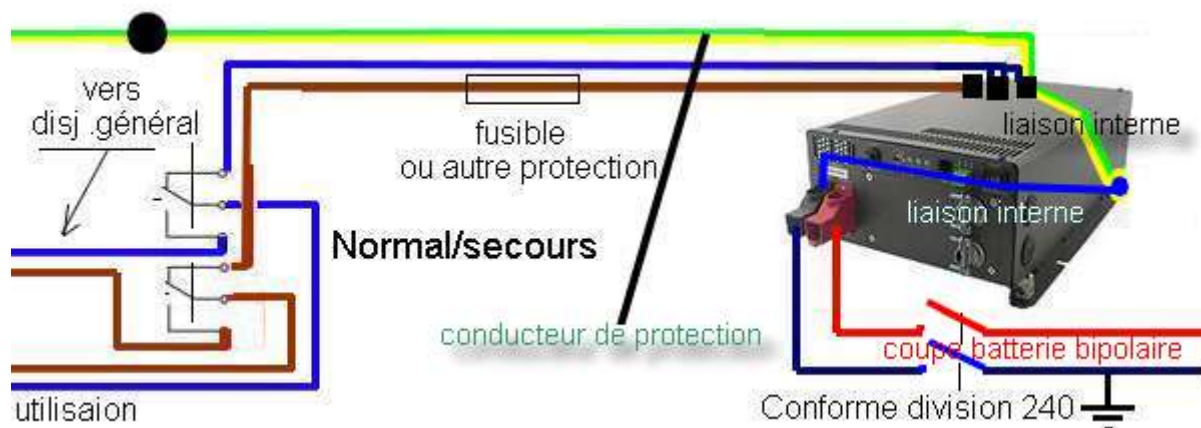
On peut trouver beaucoup de configuration , -12 Volts & terre connectés ou non , présence ou non d' un disjoncteur différentiel de 10 mA et même de 5 mA ,plus rarement le neutre (ou la phase) raccordé à la terre.(ce qui devrait être le cas général pour assurer correctement la sécurité des personnes)....: mêmes observations que pour le groupe électrogène : le schéma de terre TN-S s' impose.

- sans liaison -12 Volts/Terre :

Pour un schéma TN-S une protection par fusible est suffisante , elle ne l'est pas pour la norme 13297 , une protection différentielle à courant résiduel de 30 mA s' impose pour éviter la liaison -12 Volts/terre ou pour pouvoir la déconnecter si besoin est.

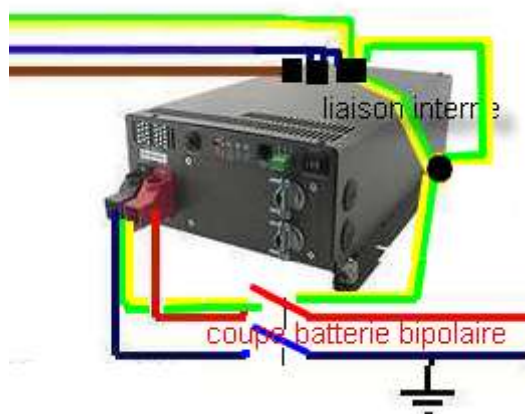


- avec une liaison -12 Volts/Terre :

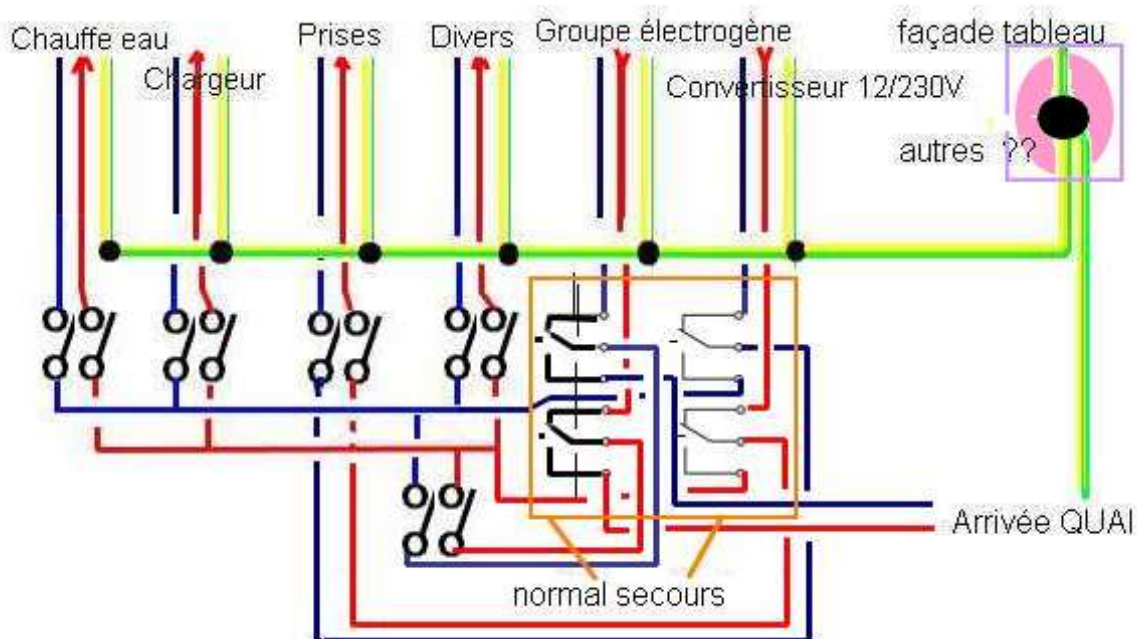


Dans le 2eme cas , il est possible d' utiliser un coupe batterie bipolaire pour isoler le - 12 volts quand le convertisseur n' est pas utilisé (ce qui est le cas au port) . En fonctionnement la terre est connecté au -12 Volts et ce schéma respecte la division 240.

Ce schéma peut d' ailleurs aussi convenir au 1er cas en créant une liaison extérieure entre la carcasse métallique et le -12 Voltset comme le négatif batterie et le convertisseur sont installé assez proche l' un de l' autre afin d' éviter les chutes de tension , si le câble de cette liaison extérieure est d' une section au moins égale au conducteur PE (conducteur PE d' une section au moins égale à 2,5 mm²) ne peut-on considérer que nous avons crée notre liaison unique Terre / - 12 Volts ? ; il suffit au quai d' ouvrir le coupe batterie alimentant ce convertisseur et de le refermer en cas de besoin.



- 6 . Raccordement de la terre du quai , tous les conducteurs de terres sont isolés du - 12 Volts; c' est maintenant possible de choisir , en un seul endroit de raccorder ou non la terre avec le négatif 12 Volts; Comme indiqué ci dessus le conducteur PE (terre) du convertisseur peut être dans certains cas le conducteurs qui crée la liaison -12 Volts/terre.



6 . 2 Corrosion galvanique :

L'efficacité d'une installation de protection contre la corrosion peut être vérifiée :

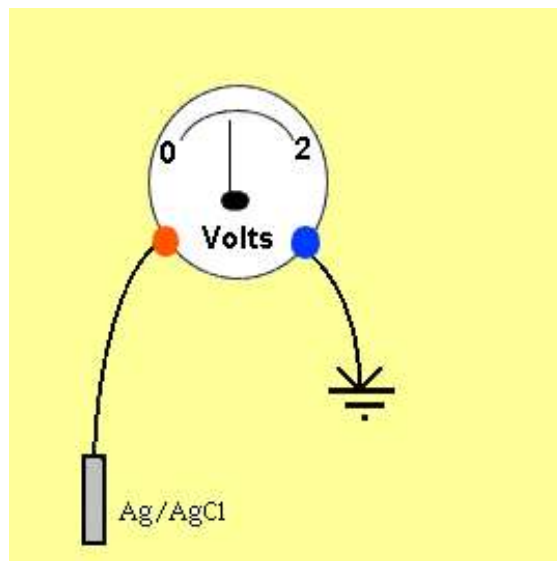
- par le bon fonctionnement des anodes; au mouillage c'est facile , au port ça l' est moins.
- en mesurant le potentiel galvanique des équipements immergés ; même sur une coque en polyester , un contrôle régulier du potentiel électrique des équipements immergés ,renseigne sur le niveau d'usure et d'efficacité des anodes sans plonger ou sortir le bateau de l'eau.

Potentiel galvanique des équipements immergés: théorie

Il est facilement mesurable en utilisant un multimètre numérique à haute impédance et une électrode de référence en argent / chlorure d'argent (il s'agit d'une électrode d'argent recouvert en partie d'un film d'AgCl) ou au calomel (la formule du calomel est Hg_2Cl_2 ,c'est un solide blanc peu soluble dans l'eau).

L'électrode est reliée au pôle positif du voltmètre et est immergée le long de la coque à 30 cm au moins des pièces métalliques sous-marines . La pointe du cordon de mesure, relié au moins du voltmètre, est mise en contact avec le point commun du système d'interconnexions des masses .

Si des anodes neuves ont été installées, il est préférable d' attendre qu'elles s' oxydent , qu'elles soient actives pour effectuer la mesure.

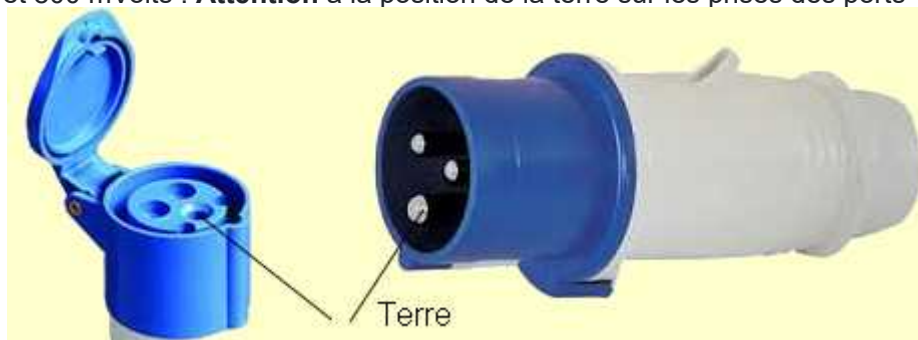


On mesure ainsi le potentiel galvanique de la coque, dans les différentes conditions (moteur en marche et à l' arrêt , le bateau raccordé à la borne électrique du quai et non raccordé), lequel doit être le même pour lors de toutes les mesures et être compris entre 600 en 900 mV .

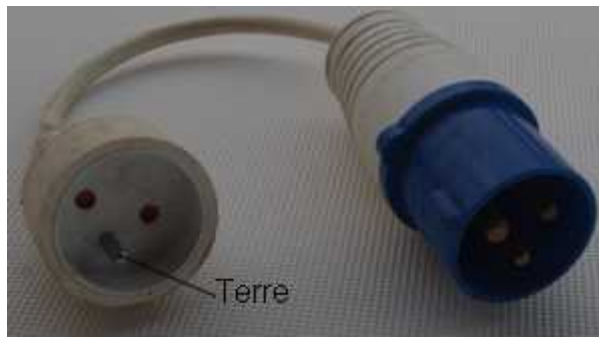
Si les valeurs sont inférieures:les anodes sont soit trop petites soit usées ; le contact entre l' anodes et le support peut aussi être à vérifier.

Si les valeurs sont supérieures à 1050 mV soit il y a une surprotection , soit il y a un de courants de fuite.

Il est aussi possible de vérifier la Terre de la borne du quai ; la mesure d' un bon état de l' installation doit être comprise entre 400 et 800 mVolts . **Attention** à la position de la terre sur les prises des ports



Pour éviter toutes erreurs il est préférable d' utiliser un adaptateur pour prises domestiques :

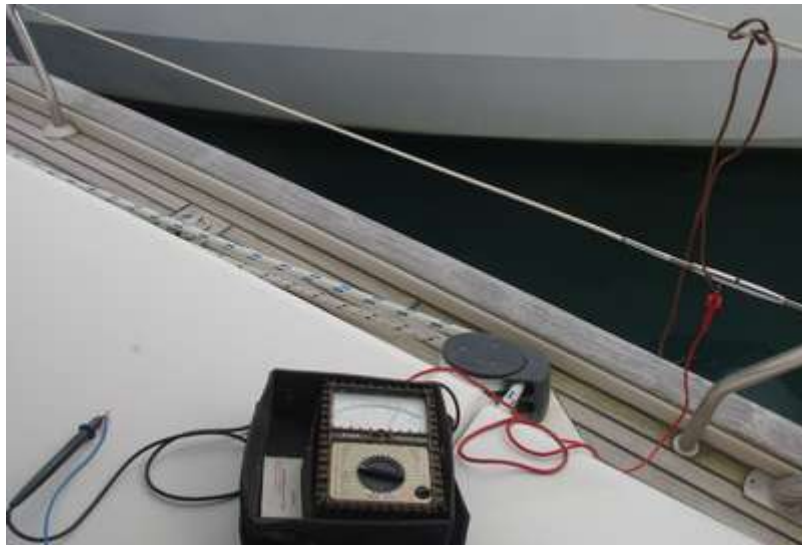


Application pratique : (l' électrode nous a été prêtée par Paul du voilier [TAUA](#))

Potentiel galvanique des équipements immergés.....la pratique

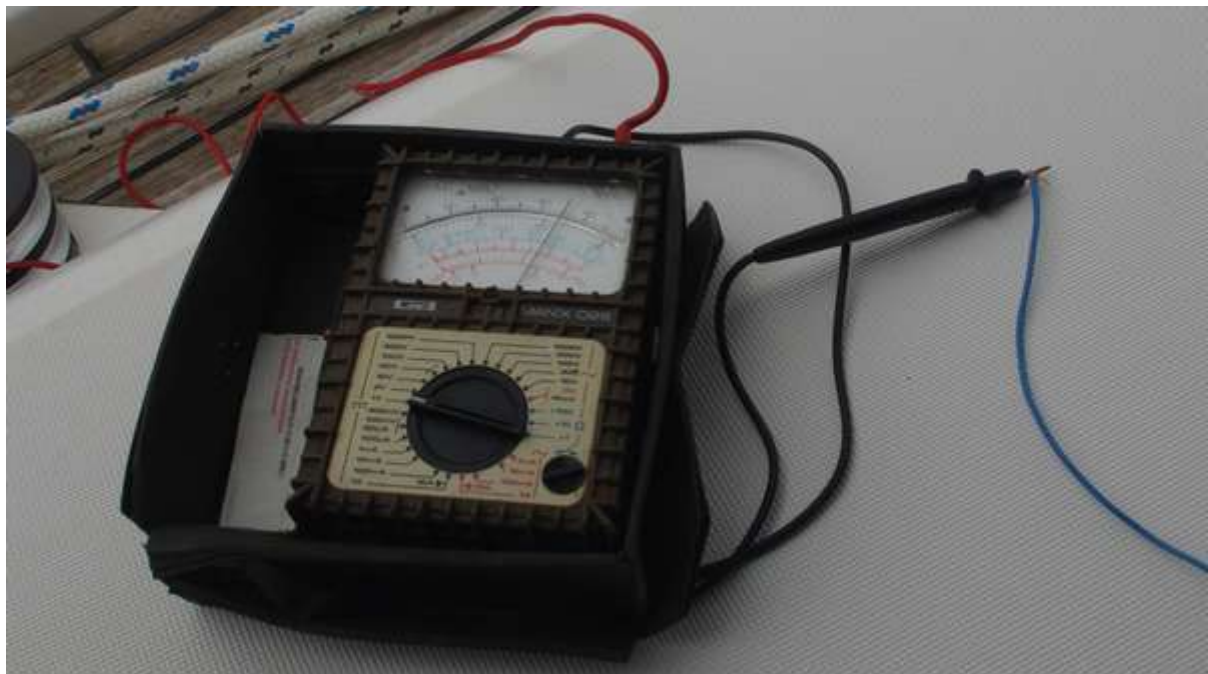


l' électrode , reliée à un objet lourd non métallique est immergée le long de la coque .



Le cordon relié au plus du multimètre est connecté à l' électrode de référence et le cordon relié au moins est connecté par un long fil sur la masse du moteur .

Résultat : 720 mVolts sur 9 mesures effectuées à bâbord , à tribord et à la poupe, le moteur ON puis OFF , la prise de quai branchée et débranchée , ce qui est correct pour un voilier en polyester ; l' électrode lors de ces mesures était immergée de 70 à 80 cm .



Fabrication d' une électrode :

Les électrodes de référence commerciales(cylindre de plastique avec un fil de mesure) coûtent au minimum 100 Euros ,voici comment notre ami Paul de [Tauga](#) fabrique ses électrodes pour un coût modique : il utilise des électrodes utilisées pour les électrocardiogrammes qui sont du même type ,la transpiration étant un liquide salé.

Electrodes ECG - à pression - 3M SANTE

DISPONIBLE EN STOCK

6.50 € TTC

Nos tarifs dégressifs, à partir de 10 exemplaires : **5.85 €**

Marque : 3M SANTE
Conditionnement : sachet de 50 électrodes
Compatibilité : tous les ECG
Modèle : 2228
Marque : 3M

Quantité :

exemple de prix chez <http://www.promedis.com/>



Avec les conseils de Paul nous avons fabriqué notre électrode :



Les photos parlent d'elles mêmes ; le fil électrique est fixé , bien serré , sur le clip et pour faciliter le travail d'isolation l'ensemble clip_fil électrique est recouvert de ruban adhésif étanche ; ensuite l' isolation de la connexion électrique de l'électrode est assurée par du Sicaflex ou du Rubson : nous avons utilisé un vieux tube de sicaflex que nous avons dû percer au milieu car il avait beaucoup durci ; c'est l' occasion d'utiliser les vieux tubes qui même conservés au frigo vieillissent tout de même.

7 . Comment limiter les risques de corrosion

Pour éviter la corrosion galvanique , les mesures à prendre sont indiqués dans le paragraphe "[Corrosion galvanique sur un bateau](#)". Les anodes sacrificielles doivent être remplacées avant leurs disparitions complètes..

Pour éviter les risques de corrosion électrolytique:

- Il est recommandé de ne pas laisser les prises de quai branchées en permanence si l'on n'en a pas l'utilité.
- L'installation électrique doit être conforme et bien entretenue .
- Si le 230 Volts est protégé par un disjoncteur différentiel :
.....ne pas raccorder le câble de terre sur le -12 Volts des batteries (possible d'après la norme **ISO 13297**)
ou

..... Installer un coupe-batterie bipolaire pour l'alimentation du moteur ce qui permet d'isoler le moteur et permet une mesure de fuite sans déconnecter des câbles (mesure de courant entre les bornes du coupe batterie) : le négatif 12 Volts n'est plus relié dans ce cas à la terre (possible d'après la norme **ISO 13297** si un disjoncteur de 30mA est installé sur le circuit 230 Volts) mais est-ce une bonne solution ? Nous n'en sommes pas convaincus aujourd'hui , nous préférons isoler la terre du - 12 Volts ,et pourtant c'était cette option que nous avions retenue pour notre précédent bateau.(ce sera peut-être l'objet d'une prochaine réflexion)

Isolation galvanique entre 2 circuits électriques

Il y a isolation galvanique entre deux circuits voisins quand le courant ne peut pas circuler directement entre ces deux circuits. L'isolation galvanique n'empêche pas le transfert de l'énergie entre les circuits mais il se fait sans contact électrique .

L'isolation galvanique permet de protéger les personnes et les appareils en isolant les risques électriques par l'utilisation d'un disjoncteur 30 mA.

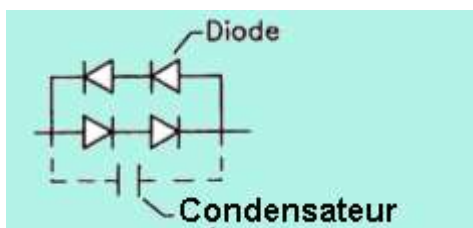
Si deux circuits ont une masse en commun, ils ne sont pas galvaniquement isolés.

Installer une isolation galvanique :

-en installant ,
- un isolateur galvanique (protège uniquement des courants galvaniques).
- un transformateur d'isolement.

isolateur galvanique

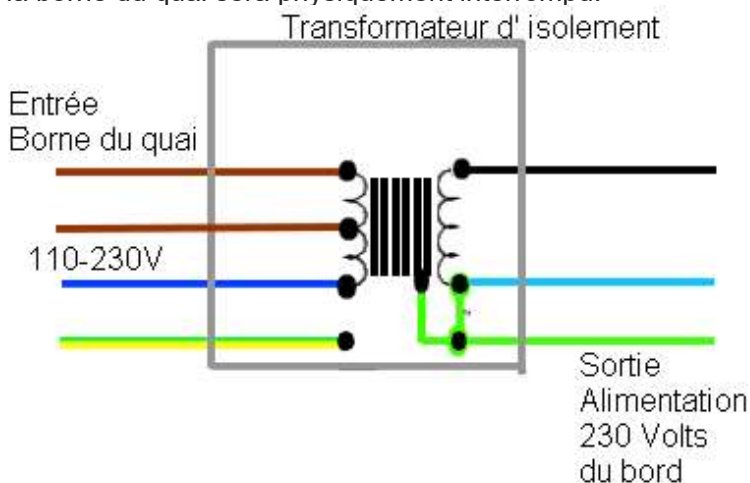
La protection n'est efficace que pour les courants galvaniques , pas pour les courants alternatifs électrolytiques .Seuls les Etats unis autorise ce type de matériel mais étant facile à fabriquer , il est souvent utilisé .



transformateur d'isolement

C'est un appareil dont les enroulements d'entrée et de sortie n'ont aucune liaison électrique mais une liaison magnétique.

Le fil de terre de la borne du quai sera physiquement interrompu.



C'est la protection absolue au même titre que la prise rasoir de la salle de bain (on ne risque aucun choc électrique) ; la seule différence est le prix élevé compte tenu de la puissance à installer.

Conclusion : il faut mieux surveiller régulièrement les anodes pour les remplacer si besoin plutôt que d'investir dans du matériel très onéreux.