

# Électrolyse dérouillante

Institut Gériatrique des Solex  
Bernique

## Abstract

Dérouiller le fer sans effort, par électrolyse.

**Keywords:** rouille, électrolyse, fer, hydrogène

---

## Table des matières

|  |   |
|--|---|
| Électrolyse dérouillante.....                                | 1 |
| Abstract.....  | 1 |
| I. Besoin et cahier des charges.....                         | 2 |
| II. Un peu de théorie.....                                   | 2 |
| III. Réalisation.....  | 3 |
| 1 La sécurité avant tout.....                                | 3 |
| 2 Le circuit théorique.....                                  | 4 |
| 3 Gestion de la puissance disponible.....                    | 4 |
| 4 Alimentation électrique.....                               | 5 |
| 5 Bac d'électrolyse et suspension des pièces.....            | 6 |
| 6 L'anode idéale... et non polluante, c'est mieux !.....     | 7 |
| 7 La recette de l'électrolyte (non polluant lui aussi!)..... | 7 |
| IV. Conclusion.....  | 8 |

---

## I. Besoin et cahier des charges

Lorsqu'on restaure des cyclomoteurs à Galet genre Solex et consorts, on est régulièrement confronté à de la rouille sur les pièces métalliques... qu'on aimerait bien faire disparaître pour peu qu'on veuille figoler le boulot.

Il y a pas mal de solutions plus au moins onéreuses qui vont de l'ignorance du problème jusqu'au chromage complet des pièces chez un professionnel par exemple, en passant par la brosse et l'huile de coude... solution qui, au bout d'un temps d'usage certain, vient à curieusement s'épuiser... et je n'évoque même pas les endroits inaccessibles et bien entendus super visibles comme une grosse tâche au milieu de votre plus belle restauration !

Mainte fois abordée sur le Net, l'électrolyse *dérouillante* résonne un peu comme l'art de l'apprenti chimiste aux frontières de l'alchimie médiévale... mais est redoutablement efficace à moindre effort et néanmoins compatible avec l'environnement pour celui qui veut s'en donner la peine.

Bref, après avoir potassé un peu le sujet, je voulais réaliser un système facile à mettre œuvre avec au minimum les sécurités vitales (liquide et électricité ne font pas toujours bon ménage...), être capable de gérer la cinétique de l'opération (comprendre la puissance mise en jeu pour éviter l'emballement et maîtriser le résultat), avoir un système facilement évolutif en terme de quantité d'électrolyte en fonction des volumes des pièces à traiter et enfin éviter les rejets pas sympas pour l'environnement.

## II. Un peu de théorie

Sans aller développer une thèse sur le sujet, il n'y a pas de mal non plus à essayer de comprendre comment cela fonctionne dans les grandes lignes, ne serait-ce que pour anticiper les risques. Ceci étant, je m'excuse par avance auprès des chimistes pour les raccourcis empruntés ci-dessous ;-)

En résumé, sous l'action d'une tension électrique continue appliquée sur des électrodes plongées dans un liquide qui va bien (l'électrolyte, ici une solution de soude), on provoque l'oxydation d'une anode sacrificielle (du fer) et la réduction d'une cathode (vos pièces), réduction qui va permettre la transformation de la rouille. Les paramètres influents majeurs sont l'intensité (et dans une moindre la tension utilisées), la concentration en soude, la distance anode-cathode, la température et la présence de peinture ou de gras sur les parties rouillées.

Le principe repose sur deux phénomènes qui s'enchaînent. En premier lieu, sous l'action du courant électrique et en présence d'ion  $\text{OH}^-$  qui permettent le passage du courant dans l'électrolyte (ils sont rendus disponibles par la présence de soude), on provoque une électrolyse de l'eau qui libère entre autres des ions  $\text{H}^+$  au contact de la cathode. Certains de ces ions se combinent entre eux pour donner de l'hydrogène ( $\text{H}_2$ ) qui se dégage sous forme de bulles, et d'autres interagissent avec la rouille de la cathode ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en venant arracher un ion  $\text{O}^-$ ... ce qui in fine conduit à créer du fer (Fe) et de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), faisant disparaître la rouille (il se passe bien entendu un tas d'autres phénomènes par ailleurs comme la formation de rouille sur l'anode sacrificielle en fer, mais je n'en parlerai pas ici).

Noter bien que la réaction ne viendra pas combler les parties disparues à cause de la rouille (on ne fait pas de l'alchimie ni de la magie!)... les criques seront toujours des criques, et seul le métal encore présent sera restauré (avant de rouiller à nouveau si on ne le protège pas bien sûr, surtout dans la flotte!)

Passons à la pratique.

### III. Réalisation

#### 1 La sécurité avant tout

L'électrolyse c'est sympa, mais vous pouvez potentiellement exploser, finir électrocuté ou encore empoisonné... voir une combinaison des trois ! Bref, il y a des risques, alors autant les connaître pour s'en prémunir ;-)



On l'aura noté dans la tentative d'explication précédente du §II, il y a dégagement d'hydrogène dans la manip... on prendra donc quelques précautions pour éviter tout drame, comme de faire fonctionner le système à l'extérieur de la maison ou du garage, au grand air. En effet, hydrogène et oxygène forment un mélange détonnant sous certaines conditions stœchiométriques et en présence d'une flamme (genre l'étincelle qui jaillit de l'interrupteur lorsqu'on allume la lumière du garage!)... pas de quoi faire péter la baraque (sauf si vous passez un AMX30 dans votre bain !), mais ça fait beaucoup de bruit et ça peut secouer quand même !

Autre risque : eau et électricité utilisés au contact l'un de l'autre.

Pour cette raison, on n'utilisera jamais le secteur comme source directe de tension (en plus, en alternatif on passerait note temps à défaire ce que l'on vient de faire à chaque sinusoïde en inversant les réactions!). On utilisera impérativement une tension continue très basse (voir §2). On prendra soin aussi de mettre de la distance entre le bac d'électrolyse et l'alimentation DC qui peut être alimentée en amont en 230V sur le secteur (utilisation de fils suffisamment longs et de diamètre suffisant pour passer l'intensité)... les projections liées au bouillonnements peuvent aller loin. Pour les mêmes raisons, on protégera l'alimentation électrique de la pluie qui peut s'inviter à la fête si on bosse dehors comme fortement préconiser juste avant (une électrolyse peut durer plusieurs heures, et il arrive que la grenouille se goure dans ses prévisions météo !).

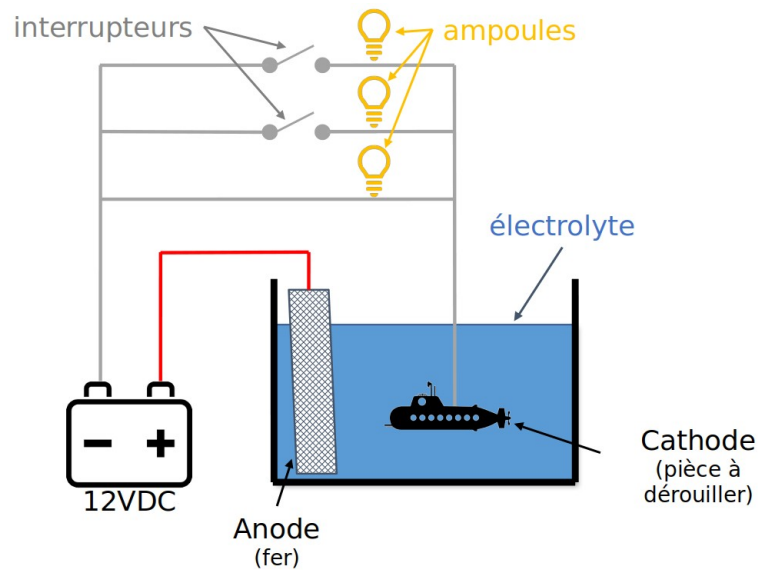


Les risques chimiques enfin : l'utilisation de matériaux non appropriés au niveau de l'anode ou de la chimie de l'électrolyte peut conduire à libérer des substances nocives pour l'organisme (et pour la nature qui vous supporte déjà toute l'année), comme du chlore gazeux ou du chrome. Ces risques sont évoqués au §5, et les bonnes pratiques pour les éviter aussi.

Au bout du bout, ces mises en garde étant faites, je ne suis responsable de rien s'il vous arrive malheur... que ce soit pour les risques évoqués ci-dessus ou ceux non mentionnés dans ce document et qui découleraient de vos manipulations. Les suggestions de ce document doivent passer au crible de votre sagacité et sont éventuellement mises en œuvre sous votre seule responsabilité.

## 2 Le circuit théorique

Le circuit est assez simpliste... il s'agit de faire un gros générateur de courant dont l'électrolyte ferme la boucle.



On y retrouve un générateur de tension continue, nos deux électrodes (acier et pièces à dérouiller), l'électrolyte dans son bac et des ampoules activables ou non par des interrupteurs, dont la fonction est de contrôler l'intensité qui circule (voir paragraphe suivant).

## 3 Gestion de la puissance disponible

Si on regarde le circuit ci-dessus et qu'on enlève les ampoules, on obtient globalement un court-circuit géant puisqu'il n'y a pas d'autres consommateurs que les fils (très faible résistance) et l'électrolyte qui conduit en fonction de sa concentration en ions (résistance faible aussi, et surtout évolutive avec l'évaporation de l'eau due à l'élévation de la température du bain et l'augmentation de la concentration des ions OH<sup>-</sup> issus des réactions aux électrodes). L'application de la loi d'Ohm  $U=RI$ , avec  $U$  fixé à 12v et  $R$  très faible, donne des intensités très élevées que le générateur ne saurait tenir. Bref, ça va pô !

Pour s'en sortir, on insère dans la chaîne un consommateur de puissance  $P$  connue comme une ampoule, dont la résistance interne est très supérieure à celle des fils et de l'électrolyte. L'intensité qui circule est alors pilotée par la puissance de l'ampoule, avec  $P=UI$  ( $U$  étant figée à 12VDC, voire 5 ou 3.3!).

Ainsi, en plaçant une ampoule 12V/35W en série, j'ai une intensité calée à 2,9A théoriques.

Si je double la mise en plaçant deux ampoules identiques en parallèle, j'ai 5,8A... et avec trois ampoules, c'est 8,75A qui circulent sous 12VDC dans mon circuit.

Ensuite, c'est juste une histoire d'interrupteurs pour allumer ou éteindre deux ampoules sur les trois...

Dans la pratique, on aura des valeurs différentes car la résistance de l'électrolyte vient modifier ces valeurs à la marge, mais le principe est là.

Ça, c'est fait ;-)

#### 4 Alimentation électrique

On travaille en tension continue, et il est inutile de dépasser les classiques 12VDC.

Tout d'abord parce que prendre plus, c'est un casse tête pour trouver des ampoules adaptées, et ensuite parce que les sources de tension en 12VDC se trouvent facilement en récupération. Enfin, 12VDC et électrolyte sont sans danger pour vous.

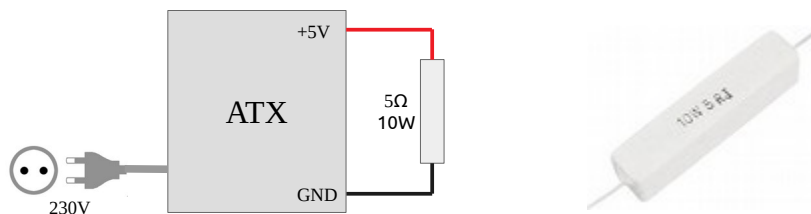
Pour ma part, j'ai opté pour une vieille alimentation de PC en format ATX. Plusieurs avantages :

- facilement trouvable en déchetterie, ce qui la rend abordable pour tous ;-)
- délivre du 12VDC, mais aussi du 5 et du 3.3VDC,
- généralement, permet de délivrer un maximum d'ampères (40 et plus sous 12VDC), ce qui est un paramètre important pour nous,
- est normalement protégée contre les sur-intensités et autres court-circuits... elle redémarre après mise hors tension !
- nécessite que peu de modifications pour être opérationnelle.

Il y a bien entendu d'autres solutions<sup>1</sup>.

Pour utiliser une alimentation ATX, il y a deux modifications à faire :

- relier le fil vert "POWER ON" (position 4 du connecteur Molex) avec une masse de l'alimentation (par exemple position 3), car sinon l'alimentation refusera de démarrer. C'est une sécurité implémentée sur toutes les alimentations qui permet de ne délivrer une tension qu'en présence d'un consommateur en aval.
- Pour stabiliser tension et courant des anciennes alimentations à découpage, il faut un consommateur suffisant... j'ai opté pour une résistance de puissance de 5ohms/10W branchée sur le 5VDC et qui assure le tirage nécessaire.



Pour le reste, il suffit de rassembler tous les fils de couleur identiques pour les relier à des borniers type fiche banane et qui serviront aux branchements : jaune pour le 12V, rouge pour le 5V, orange pour le 3.3V et noir pour la masse (il peut aussi y avoir du bleu et du blanc, respectivement -12 et -5V sur d'anciennes alim AT).

**Attention :** une alimentation de ce type est truffée de condensateurs qui resteront chargés plusieurs heures même secteur débranché... donc avant d'ouvrir, bien réfléchir car il y a de la haute

<sup>1</sup> Certains utilisent des chargeurs de batterie... les anciens appareils dépourvus d'électronique peuvent convenir, mais attention aux nouveaux modèles souvent hyper protégés et pas toujours capables de satisfaire nos besoins (i.e. arrêt automatique si pas de tension suffisante ce qui peut arriver en début d'électrolyse avec des concentrations faibles en soude, ou sur dépassement de crête d'intensité ou sur des surtensions...). Ils sont souvent un peu juste en intensité maxi disponible.

D'autres enfin utilisent une batterie de voiture... là ça pulse grave côté intensité, mais il faut prévoir un chargeur de batterie en parallèle pour la recharger sur le temps de l'électrolyse, car elle va vite s'épuiser si on délivre 8A durant quelques heures !

tension là dessous. Par sécurité, vous pouvez toujours relier entre elles les deux guibolles de chaque condensateur avec la pointe d'un tournevis au manche isolé pour les décharger (ça claque avec une étincelle ;-)

J'ai ajouté une option sur mon alimentation : un ampère-mètre numérique à led et son shunt, ce qui me permet de lire la consommation (c'est purement informatif vu qu'on va tout pré-définir en avance, voir §3), mais je trouve ça sympa ;-). C'est dispo chez les chinois pour quelques piastres.



J'ai aussi inclus une grosse led orange et sa résistance de protection sous 12v et qui valide la mise sous tension du bloc.



Enfin, j'ai inclus dans la valise un compteur horaire à base d'ATtiny85 et d'un afficheur à led chinois... simpliste et efficace pour avoir une idée des temps d'électrolyse (pas toujours évident lorsque ça dure plusieurs heures et qu'on a oublié l'horaire de début des opérations!).

Les détails sont disponibles sur cette page :

<http://igs.bernique.fr:8080/compteur-horaire/>

## 5 Bac d'électrolyse et suspension des pièces

Pour le bac, rien de bien compliqué... de la récupération fait souvent l'affaire.

J'ai opté pour un modèle solide en plastique qui supporte le poids de l'électrolyte sans sourciller, et surtout j'ai placé dedans un plus petit bac (un bidon de liquide lave-glace coupé) afin de pouvoir traiter des petites pièces sans devoir remplir le grand bac.

Pour suspendre les pièces, j'ai réalisé trois glissières en bois dont deux coulisent sur les bords du bac principal alors que la troisième glisse sur les deux premières. Ce système de mortaises permet de guider l'ensemble et d'éviter les dérapages incontrôlés !

Sur la glissière principale, toute une série de vis reliées entre elles par un fil de cuivre assure la connexion aux pièces qui vont tremper dans le bac (cathode). Les pièces seront elles suspendues, toujours par des fils conducteurs bien entendu.

Bref, de la démerde... et en image, ce sera plus simple pour terminer les explications ;-)



## 6 L'anode idéale... et non polluante, c'est mieux !

L'anode est clé pour de bons résultats !

En effet, plus elle est éloignée des cathodes (= pièces à dérouiller) et plus le courant sera faible, et moins la transformation de la rouille sera efficace.

J'ai opté pour une cathode en grillage de fer qui fait le tour du bac et permet un dérouillage assez uniforme tout autour de la pièce pour peu qu'on la centre un minimum dans le bac. Issu d'un vieux bac de friteuse récupéré à la déchetterie, elle présente un autre avantage : en fer et non en inox, il n'y a pas de risque de relâcher du chrome dans la solution...

Certes elle aura tendance à rouiller elle aussi, mais avant qu'elle ne disparaisse il va passer un peu de temps.

Ainsi, je ne relâche rien de néfaste dans la nature... et pour ceux qui se demanderait si la rouille est bonne ou mauvaise pour l'environnement, je vous rappellerai seulement que le fer à l'état naturel est complètement oxydé et qu'on le traite dans les hauts fourneaux (entre 900 et 1150°C) pour en extraire le fer que l'on connaît ;-)

Ci-dessous le panier à friteuse en cours de découpage et mon petit bac d'électrolyse avec son électrode recyclée.



### 7 La recette de l'électrolyte (non polluant lui aussi!)

Évitez d'utiliser de la soude caustique (hydroxyde de sodium – NaOH) qui est dangereuse pour vous et qui n'est pas plus efficace que le bicarbonate de soude ("cristaux de soude" - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dans une proportion de 5 à 10 % en poids par litre d'eau clair.

Pour info, le bicarbonate de soude est bon marché (toutes les drogueries) et est utilisé dans les piscine pour rehausser le pH de l'eau... donc rien de super polluant non plus ;-)

N'utilisez pas non plus de sel genre sel de table... cela fonctionnerait mais le chlore contenu dedans se retrouvera sous forme de gaz tout simplement toxique.



#### IV. Conclusion

Woulà... ça fonctionne bien plutôt très bien !

Sur cette photo, on devine les bulles qui se dégagent en début d'électrolyse...



... et sur celle-ci la mousse chargée d'impuretés qui surnage au dessus du bain après une heure de fonctionnement.



Ma valise d'alimentation complète avec son panneau de commande comme chez les pros !



Et l'installation au grand air en fonctionnement !



Promis, dès que je pense à faire une photo avant/après *sans trucage* d'une pièce restaurée je mets le document à jour ;-)

A vous de jouer ;-)