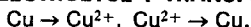


Expériences destinées à la classe de 4^e

I. ELECTROLYSE : TRANSFORMATIONS SIMULTANÉES :



Il s'agit d'illustrer le passage du cuivre de l'état métallique à l'état d'ion hydraté que l'on détectera par la teinte de la solution.

Les instructions précisent que l'on pourra réaliser cette électrolyse dans un tube en U.

Cependant, lorsqu'on met en œuvre cette expérience avec des moyens simples, à la portée de tous les établissements, à savoir avec une électrode de graphite provenant de pile usagée, une petite plaque de cuivre et 1 ou 2 redresseurs fournissant une tension de 6 V, on constate que le passage du cuivre à l'état d'ion est lent à observer et l'expérience est par-là même peu convaincante pour des élèves. Certains auteurs de manuels précisent d'ailleurs que des difficultés existent alors. On peut lire par exemple : il faut une forte intensité... il faut au moins 20 V... inutile d'essayer l'expérience si l'on ne dispose pas d'au moins 50 V

Cela n'a rien d'étonnant, et ceci pour plusieurs raisons : l'une d'elles est que le montage proposé présente une forte résistance (la distance entre les électrodes n'est pas inférieure à 10 cm, les surfaces en regard des électrodes sont faibles — on s'en aperçoit aisément si l'on regarde où se dépose le cuivre à la cathode. De plus, le remplissage du tube en U est un peu délicat.

Or, il existe un moyen très simple de faire apparaître, en quelques minutes, une teinte bleue visible de toute une classe. Il s'agit d'utiliser un classique creuset en terre poreuse qui permettra le déplacement des ions sous l'influence du champ électrique, tout en évitant un mélange des solutions. Ce creuset sera donc rempli quelques instants avant l'expérience, d'une solution de sulfate de cuivre II dans laquelle plongera la cathode en graphite. Le creuset sera lui-même plongé dans un récipient transparent plus large contenant une solution d'acide sulfurique. L'anode pourra alors avoir une surface de plusieurs cm². La faible résistance du dispositif fait que, utilisant une tension de 6 volts, on observe la teinte due aux ions Cu²⁺ dès la première

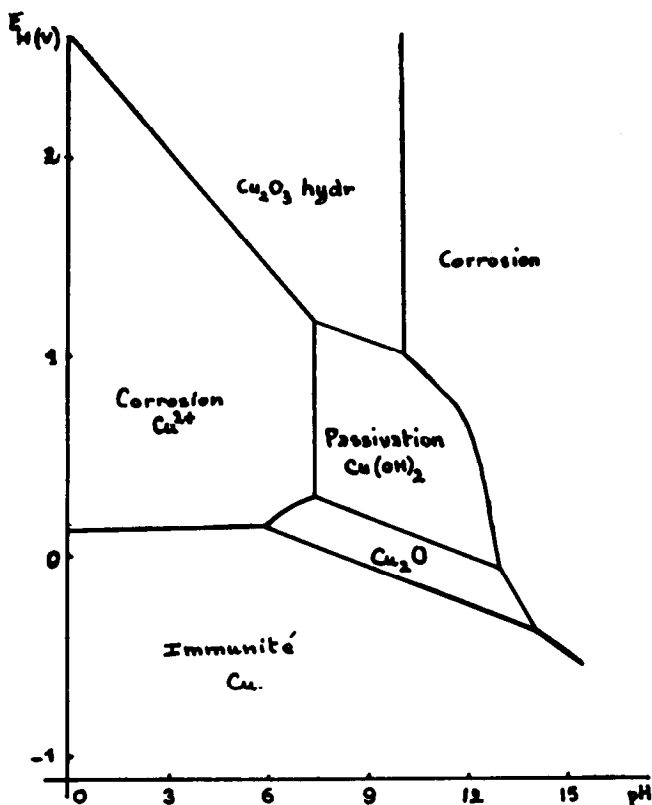
minute, surtout si l'on a pris la précaution de bien rapprocher les électrodes et de faire observer la teinte sur un fond blanc. Avec 12 volts, on pourra évidemment se permettre de mieux séparer les électrodes. Ce dispositif est à la portée de tous les établissements, même s'il est difficile de se procurer rapidement le creuset nécessaire. En effet, j'ai pu constater qu'un tout petit pot de fleurs (pour boutures) dont le trou inférieur a été soigneusement colmaté avec de la pâte à modeler par exemple, fait parfaitement l'affaire. Je signale seulement que, ni le pot, ni la pâte ne supportent de fréquents contacts avec l'acide, si bien qu'il faut prévoir d'avoir à gratter le pot et vérifier l'état de la pâte. Toutefois, la teinte bleue due aux ions est moins visible sur fond de terre cuite que près d'un creuset blanc.

Il sera nécessaire, dans les deux cas, de faire l'expérience témoin devant les élèves : disposer d'un deuxième dispositif identique auquel on n'appliquera aucune tension et qui permettra de constater que pendant la durée de l'expérience, le sulfate de cuivre n'a pu migrer dans la solution acide.

Parallèlement à l'apparition de la teinte bleue dans la solution acide, on pourra observer, après prélèvement dans des tubes à essais, que la solution de sulfate de cuivre est moins bleue après passage du courant ; cela demande toutefois plus de temps que pour observer l'apparition de la teinte bleue.

Il est important de noter que pour bien réussir cette expérience, et c'est là un point essentiel, il faut utiliser une solution acide qui ne soit pas trop diluée : on assisterait alors à un noircissement du cuivre, dû à une oxydation anodique sans libération d'ions. Si l'on observe ce noircissement dès le début de l'expérience, on pourra efficacement ajouter un peu d'acide concentré près de l'anode. Si l'on désire approfondir la question, on pourra étudier la courbe ci-après indiquant, en fonction du pH de la solution, les réactions obtenues à l'anode d'une demi-pile Cu - solution cuivrique, quand on la porte à un certain potentiel par rapport à une électrode à hydrogène.

Pour terminer, je rappelle qu'il est très aisé de nettoyer la cathode en graphite de son cuivre, en la faisant tremper quelques instants dans un tube à essais contenant de l'acide nitrique moyennement dilué. Il faut toutefois faire attention à ne pas faire tremper la partie supérieure sertie qui est, elle aussi, en cuivre. Pour des raisons de surface d'électrode et donc de résistance de l'électrolyseur, on préférera, si c'est possible, les électrodes larges en graphite récupérées sur de grosses piles.



II. COMMENT REALISER UNE EXPERIENCE D'ELECTRISATION A L'AIDE DE PILES.

Cette expérience réussie est, à mon avis, fondamentale : si, électrisant un conducteur à l'aide d'un générateur, on peut produire sur un électroscope les mêmes effets qu'avec un objet énergiquement frotté, on aura en effet prouvé que ce frottement a été à l'origine de phénomènes électriques que l'on retrouve aux bornes d'un générateur et ainsi se trouve justifié le terme d'électrisation par frottement. La relation entre électrisation et courant électrique, puis entre ce dernier et les phénomènes électrochimiques en sera plus aisée.

Le principe de l'expérience est bien connu : 2 plaques métalliques planes de surface S , séparées par un isolant de faible épaisseur e sont réunies respectivement aux deux bornes d'un

générateur. Elles portent, comme tout condensateur de capacité C , les charges $+Q$ et $-Q$ sous la tension V donnée par le générateur. Si l'on déconnecte une des plaques et qu'on écarte celle-ci, la capacité du condensateur diminuerait ($C = \epsilon S/e$) et la charge ainsi transportée sera portée à un potentiel $V' \gg V$ (on lui a fourni de l'énergie par déplacement). Elle sera alors capable de créer un champ électrique notable.

Il importe de savoir que 4 sortes de précautions sont à prendre :

- a) utiliser un isolant électrique efficace mais de très faible épaisseur entre les plaques,
- b) manipuler la plaque mobile à l'aide d'un manche qui soit particulièrement isolant puisqu'il doit permettre aux charges de rester sur la plaque alors qu'elle sera à une tension relativement élevée,
- c) éviter toute décharge électrostatique de la plaque, tout particulièrement par effet de pointe,
- d) réaliser un contact efficace mais temporaire entre les plaques et les bornes du générateur.

Cette expérience réussit en utilisant 5 piles plates de 4,5 volts associées en série et le matériel suivant :

- a) une mince feuille de matière plastique provenant de sachets en polyéthylène destinés à l'alimentation, de dimensions nettement supérieures à celles des plaques. On pourra vérifier, à l'aide d'un contrôleur (et non d'une lampe) qu'il n'existe pas de courant de fuite décelable,
- b) le manche sera fait d'une règle plastique R d'environ 30 cm. Il est en effet déconseillé d'utiliser le bois, trop mauvais isolant dans ce cas,
- c) les 2 plaques A et B , de diamètre environ 15 cm, essentiellement celle mobile A , seront circulaires, condition indispensable pour éviter tout effet de pointe ou aspérité. On les réalisera très simplement à l'aide d'une seule couche de papier aluminium ménager bien lissé. La plaque A sera fixée bien à plat sur un carton légèrement plus petit, au centre duquel on collera la règle R ,
- d) la liaison électrique entre le pôle P_2 du générateur et de la plaque B sera obtenue ainsi : après avoir dénudé un fil électrique multi brin sur quelques centimètres et l'avoir bien gratté avec une lame de rasoir, on étalera l'extrémité bien à plat sur une plaque de bois et on le fixera à l'aide d'un peu de scotch. La plaque B , en papier aluminium, sera simplement

posée sur cette extrémité. Par-dessus, on disposera la feuille plastique (cf. fig. 1).

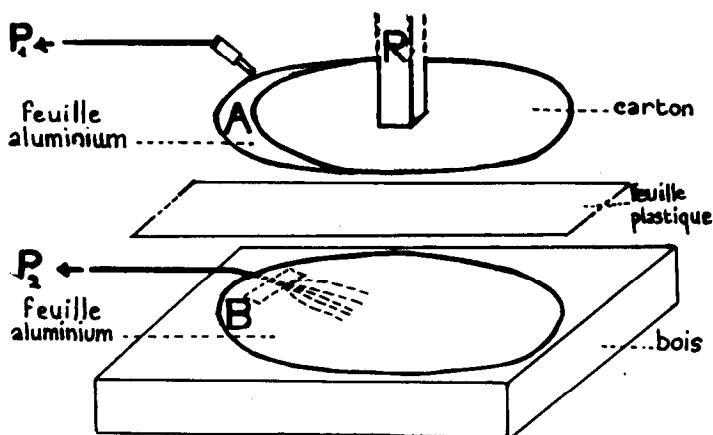


Fig. 1

On veillera ensuite à appuyer légèrement A sur B en touchant quelques instants la partie de A débordant du carton à l'aide de la fiche reliée au pôle P_1 . On cessera de réaliser ce contact tout en maintenant la pression et on pourra alors charger l'électroscope.

Si toutes ces précautions sont prises, on arrivera alors :

- 1) à faire dévier par influence les plaques d'un électroscope,
- 2) à charger cet électroscope par contact. Les charges pouvant se répéter, on pourra obtenir une déviation très importante,
- 3) à montrer que, l'électroscope étant préalablement chargé pour un certain branchement du générateur, une nouvelle charge de cet électroscope après inversion du sens de branchement du générateur va faire diminuer la déviation des feuilles mobiles. Poursuivant ces charges, la déviation diminuera jusqu'à zéro pour croître ensuite, l'électroscope se chargeant d'électricité de signe contraire à celle ayant provoqué la déviation initiale.

On vérifiera aisément que l'électrisation prise par l'intermédiaire du pôle + du générateur est bien la même que celle portée par le verre... (Très important : ne pas utiliser le même chiffon ou la même fourrure pour frotter successivement le verre, l'ébonite ou les diverses matières plastiques dans les expériences d'électrisation par frottement.)

III. COMMENT REALISER UN ELECTROSCOPE QUI FONCTIONNE VRAIMENT ?

Les constructions proposées par les manuels présentent bien souvent un grave défaut : les électroscopes n'arrivent pas à bien conserver leur charge, ou bien ils se chargent sans contact, l'objet électrisé étant seulement approché.

On remédiera aisément à ce défaut en pensant à éviter absolument tout effet de pointe. Pour cela : ou bien les deux extrémités du fil métallique bien décapé dont on fait le corps de l'électroscope seront recourbées ; ou bien seule l'extrémité inférieure sera recourbée et un disque métallique soudé sur l'extrémité supérieure. Enfin, les 2 lames en aluminium gagneront à être indépendantes et accrochées comme l'indique le schéma. Comme elles risqueront de se décrocher si l'électroscope n'est pas transporté avec soin, il faudra prendre la précaution de pouvoir aisément les remettre en place, donc que le couvercle en plastique de l'électroscope puisse à tout moment être enlevé (il est inutile de le sceller à la paraffine) (cf. fig. 2).

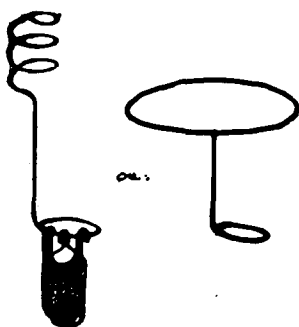


Fig. 2

IV. A l'intention des collègues qui n'auraient pas la possibilité de trouver sur place les boussoles SILVA, extrêmement pratiques pour les expériences sur l'électromagnétisme et, en 4^{me}, pour les expériences sur les piles, voici l'adresse de l'importateur :

Emani SILVA,
75, boulevard Raspail - 75006 Paris.
Tél. : 16 ~ (1) 222.62.80.

Les boussoles à conseiller sont du type 7 N L. Elles sont garanties 3 ans

M^{me} DEBUIGNE,
(Centre P.E.G.C. - Rennes).