LE TAILLE-CRAYON : UN OBJET CHIMIQUE

Confisquons les taille-crayons (pile Cu / Hcl / Mg)

par J. Ch. LAPOSTOLLE
Collège A. Camus, 28107 Dreux

Les piles au magnésium sont bien connues (livre du professeur Hachette 4e page 158 édition 79), mais le ruban de magnésium est vite consommé. Par contre, on ignore que la plupart de nos taille-crayons sont en magnésium même si l'étiquette indique ALU (une goutte de nitrate d'argent laisse une tache noire sur le magnésium et rien sur l'aluminium).

Voici le T.P. expérimenté dans 6 classes au collège A. Camus :

Matériel pour 2 élèves :

un pot à yaourt, un contrôleur (voltmètre), une électrode en cuivre, un taille-crayon, une ampoule 1,5 V ; 0,09 A (Jeulin) et son support, un petit moteur 1,5 V, fils, allumettes.

Préparation :

On retire la lame du taille-crayon et on fixe à l'aide de la vis un fil électrique. Il est commode d'utiliser pour l'électrode en cuivre un tuyau de ∅ intérieur 6 mm dans lequel on fixe une douille par serrage avec une pince. (Électrode utilisée aussi pour l'électrolyse du sulfate de cuivre). On prépare devant les élèves 1 litre d'acide chlorydrique dilué : 60 cm^3 d'acide commercial par litre (soit environ 0,7 mole par litre).

Déroulement :

Les élèves notent et préparent le montage.

Le professeur verse l'acide.

Les élèves doivent aussitôt suivre l'aiguille du voltmètre (le rebrancher correctement si nécessaire) et caractériser le gaz formé avec

une allumette enflammée. Ensuite, ils ont le temps de chercher la borne +, de suivre U_{AB} (ampoule vissée et dévissée), d'essayer le moteur (sens de rotation...) et de bien observer les réactions chimiques.

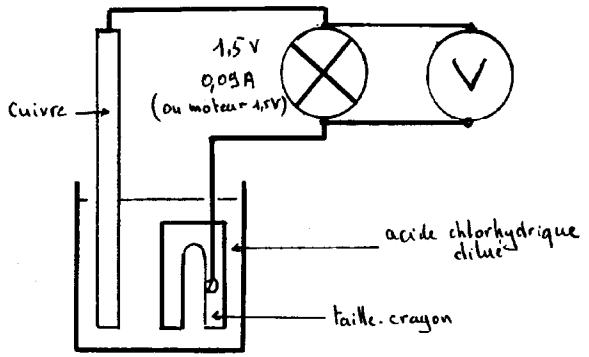

Figure 1

Les bonnes performances de cette pile étonnent tout le monde, le courant passe dans la classe...

Mais, tout doucement, la tension U_{AB} diminue et le moteur tourne de moins en moins vite. Si on renouvelle la solution (ou si l'on ajoute quelques gouttes d'acide concentré) ça repart.

Pour terminer on note les observations suivantes :

a) la lampe brille donc la pile débite

b) la tension U_{AB} aux bornes de la lampe est voisine de 1,3 V au début puis diminue et se stabilise autour de 0,8 V. Elle remonte si je dévisse la lampe.

c) la borne + est la tige de cuivre
la borne – est le taille-crayon en magnésium

d) le gaz formé est de l'hydrogène (il brûle en faisant «floc»)

e) le taille-crayon est rongé : $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

f) la composition de la solution évolue

g) la température de la pile augmente.

Quelques remarques :

Si on laisse sécher les taille-crayons dans une cuvette on peut

récupérer une poudre grise qui, dissoute dans l'eau, donnera un précipité blanc avec de la soude. Il ne se redissout pas dans un excès de soude.

Le taille-crayon peut servir une dizaine de fois.

Les taille-crayons seraient fabriqués à partir du magnésium de roues d'avion déclassées.

Avec une solution plus concentrée le dégagement gazeux est trop abondant, la solution noircit et le taille-crayon se détériore trop vite.

Cette activité attrayante, riche dans tous les domaines (observations, tests, mesures) permet à l'élève de bien retenir qu'une pile est le siège de réactions chimiques ; c'est un réservoir d'énergie chimique.

Vérifions l'origine de l'hydrogène dégagé

La rédaction

Nous avons demandé à un collègue d'étudier la pile Cu/HCl/Mg. Les phénomènes décrits dans l'article précédent sont manifestes. Mais il faut prendre garde à l'origine de ces phénomènes : l'abondant dégagement d'hydrogène et l'attaque du magnésium ne sont pas, pour l'essentiel, dus à la pile.

On peut s'en assurer en plongeant simplement le taille-crayon dans l'acide chlorhydrique. Les réactions électrochimiques dues à la pile sont donc masquées par l'attaque directe de l'acide sur le magnésium.

Cette expérience soulève donc un problème pédagogique : les élèves risquent d'être induits en erreur en pensant que la réaction est associée au passage du courant. Si l'un d'eux débranche le circuit, il peut être intrigué du résultat et une possibilité de favoriser une attitude scientifique se présente. Le risque subit un renversement dialectique et devient formateur.

A chacun d'en tirer ses conclusions pour sa classe.