Quatre expériences de chimie[1]

par J.-P. ISLER
CH 1110 - Morges - Suisse

1. COMBUSTION DU PHOSPHORE

A température ordinaire, l'oxydation du phosphore blanc a lieu spontanément, avec formation de l'oxyde P_2O_5 et produit une lueur verte (phosphorescence). Dans l'air sec, l'inflammation a lieu vers 50°C. Dans l'air humide, un liquide se forme contenant les acides hypophosphorique, phosphoreux et phosphorique (cf. Encyclopédia Universalis, vol. 12, p. 998).

Cette oxydation peut être accélérée par le procédé suivant : on dissout (très facilement) 1 ou 2 g de phosphore blanc dans environ 1 cm^3 de sulfure de carbone et on verse cette solution sur du papier de soie, ou papier journal. Au bout de 10 ou 20 s, le papier s'enflamme spontanément.

Précautions à prendre

– Le sulfure de carbone est très toxique, et inflammable. N'en utiliser qu'une faible quantité : avec moins de 1 cm^3, le papier s'enflamme également.

– Cette expérience est à réaliser sous la hotte, impérativement, ou alors en plein air, les résidus gazeux de cette combustion n'étant guère agréables à respirer, et très certainement nocifs.

2. RÉDUCTION D'UN SEL DE BISMUTH

Une petite cuillère de sous-nitrate de bismuth[2] humectée d'eau pour en faire une pâte, est déposée sur du charbon de bois, ou à défaut sur la partie carbonisée d'un morceau de bois retiré de la cheminée. Avec

1. Les deux premières sont classiques, sauf erreur, et les deux suivantes, également connues, mais partiellement modifiées dans leur réalisation.
2. Il s'agit de l'oxynitrate de bismuth $BiONO_3$, H_2O, composé toxique (appelé aussi sous-nitrate basique, qu'on trouve en droguerie).

un chalumeau, on dirige sur cette pâte une partie de la flamme d'une lampe à alcool à brûler, ou, mieux, celle d'un bec de Bunsen sans appel d'air (flamme jaune réductrice). Au bout de quelques instants, la pâte devient jaune, puis, peu de temps après, laisse échapper de petites boules de bismuth métallique.

3. RÉDUCTION DE LA VAPEUR D'EAU

D'après le prof. L. Hünenberger (CH Lausanne), Lavoisier[3] avait exécuté cette expérience au moyen d'un canon de fusil porté au rouge par un feu de bois.

La modification proposée dans la présentation du phénomène réside simplement dans le fait qu'on utilise le secondaire d'un transformateur pour rendre le fer incandescent. Voici ses caractéristiques : section du noyau 25 cm^2. Hauteur approximative 14 cm, largeur approximative 12 cm. Nombre de spires du circuit relié au réseau (220 V) 550 spires. Deux enroulements secondaires : l'un, S_1 de 15 tours de gros fil de cuivre (diamètre 4 mm). L'autre S_2 , d'environ 75 tours (diamètre 1 - 1,5 mm).

En état d'utilisation, S_1 est parcouru par un courant de l'ordre de cent ampères. Une telle intensité provoque un rapide échauffement de son enroulement ; ceci limite la durée d'emploi de ce circuit à 3 min. au maximum.

Le tube T, en fer mince, se construit en enroulant, sur une tige cylindrique d'environ 6 mm de diamètre, un rectangle de tôle découpé dans une boîte de conserves. (Dimensions approximatives du rectangle : longueur 15 cm, largeur 28 mm, épaisseur 0,3 mm).

On façonne ainsi un tube de diamètre extérieur égal à 8 mm, malheureusement mal fermé sur toute sa longueur. On adapte à chacune de ses extrémités un bout de tube de cuivre de même diamètre, et l'ensemble est partiellement noyé dans une coulisse métallique de

3. Voir aussi, également de Lavoisier, une autre version de cette expérience, dans l'article intitulé *«Décomposition de l'eau par le fer»* paru dans le Bulletin de l'Union des Physiciens n° 720 - janvier 1990 - pp. 47 et suivantes.

section semi-circulaire remplie de ciment, pour essayer d'assurer une certaine étanchéité. (La moitié supérieure du tube émerge ainsi du ciment).

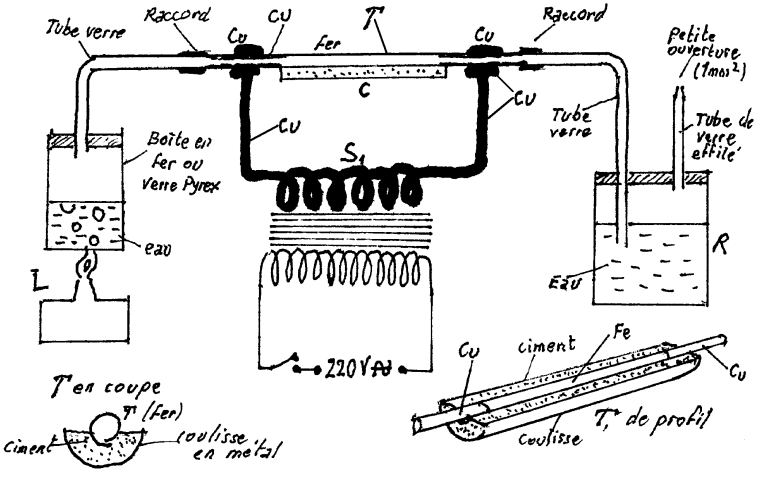

Figure 1

La lampe L à alcool à brûler étant allumée, on attend que la vapeur d'eau circule dans le tube T. C'est alors qu'on enclenche le circuit du transformateur ; (l'intensité du courant primaire est alors d'environ 4 A). La partie visible de T devient partiellement rouge sombre. Dès lors, on peut approcher la flamme d'une allumette ou d'une bougie de l'ouverture du tube effilé. Une succession de petites explosions trahit la présence d'un mélange partiellement détonant, donc d'hydrogène qui s'échappe. Une partie de la vapeur d'eau est réduite :

$$4H_20 + 3Fe \rightarrow Fe_30_4 + 4H_2\uparrow$$

et l'autre partie se condense dans l'eau du récipient R.

Remarques : Afin de réduire les risques éventuels d'explosion dans cette expérience, on pourrait éloigner suffisamment la lampe à alcool du tube de fer, en allongeant le tuyau d'amenée de la vapeur d'eau, ou remplacer, cette lampe par un chauffe-ballon ; puis avant d'enflammer l'hydrogène, on peut recueillir sur la cuve à eau une petite éprouvette de gaz qui se dégage et la présenter à une flamme : tant que le gaz contient un mélange d'hydrogène et d'air, une petite explosion se produit ; lorsque l'appareil est purgé d'air, l'hydrogène brûle sans explosion dans le tube. On peut alors enflammer le gaz à l'extrémité du tube effilé.

4. **TRANSFORMATION DU CALCAIRE EN CHAUX** (à haute température)

Le deuxième enroulement S_2 du même transformateur[4] peut alimenter une lampe à arc, constituée de deux charbons (de cornue, par exemple ceux des piles Leclanché) montés sur supports.

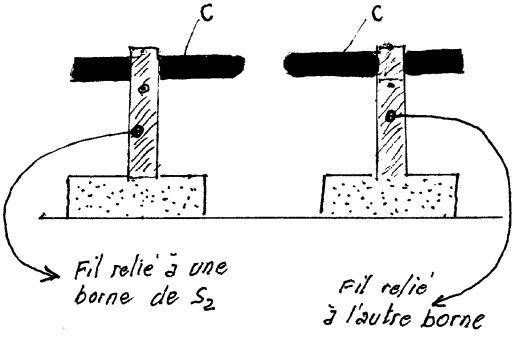

Figure 2

Après mise en contact lors qu'ils ont été reliés aux bornes de S_2 et éloignés de 2 mm environ, l'arc s'étant produit, ils procurent une source de chaleur de volume restreint mais dont la température atteint 2 - 3000° environ. (Le courant primaire est de 3 A et celui du secondaire 25 - 30 A).

Caressant cette flamme de l'arc avec un petit morceau effilé de marbre, il se forme à sa surface un enduit blanc qu'on peut racler sur une plaque de verre. Répétant l'opération à plusieurs reprises, on obtient une petite quantité de cette poussière blanche, à dissoudre ensuite dans 1 cm^3 d'eau.

Après agitation vigoureuse et filtrage, on obtient de l'eau de chaux, reconnaissable par son trouble lorsqu'on y fait barboter du CO_2.

$$\left(CaO + CO_2 = CaCO_3\right)$$

4. Qui n'est pas dessiné sur la figure 1.