

## Potentiels d'électrodes.

Nous vous proposons la description d'un matériel pouvant être réalisé dans un laboratoire de lycée et permettant une étude expérimentale correcte des notions de couple redox, de potentiel d'électrodes et de force électromotrice d'une pile.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, l'élève pourra classer les métaux suivants :

Ag ; Cu ; Pb ; Fe ; Zn ;

dans l'échelle d'électropositivité.

Il pourra, également, déterminer par la méthode d'opposition la force électromotrice des différentes piles pouvant être formées avec ces métaux.

### I. L'APPAREILLAGE.

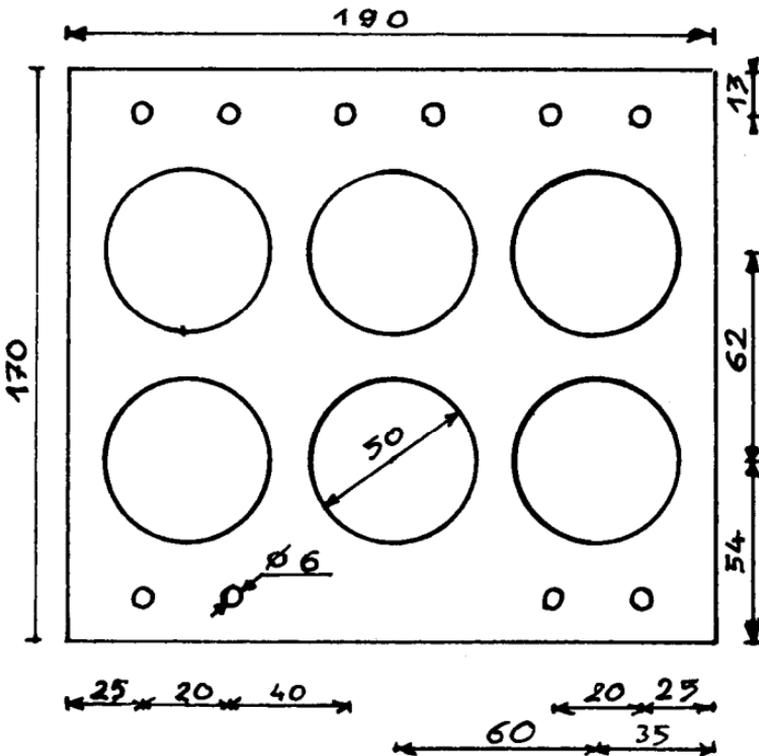


Fig. 1. — Support - Vue de dessus.

### 1.1. Sa réalisation.

\* **LE SUPPORT.** Il est découpé dans du plexiglas de 4 à 5 mm d'épaisseur d'après le plan p. 1189 où toutes les cotes sont données en mm. Il est souhaitable de reporter ce plan sur un morceau de carton rigide qui servira de gabarit.

Les trous de 50 mm de diamètre seront découpés à la scie cloche montée sur une perceuse tournant à 1000 tours/mn, et tous les autres à l'aide d'une mèche de 6 mm en acier dit rapide (même vitesse de rotation).

Dans les chutes résultant de la découpe du support dans le plexiglas, on récupère deux rectangles de  $170 \times 30 \times 3$  mm que l'on colle sur les champs du support à l'aide d'une colle à prise rapide (araldite rapide).

\* Dans les trous de 6 mm de diamètre, on visse des bornes femelles classiques. Elles sont reliées deux à deux par un fil électrique de  $1,5 \text{ mm}^2$  de section comme l'indique le croquis ci-après.

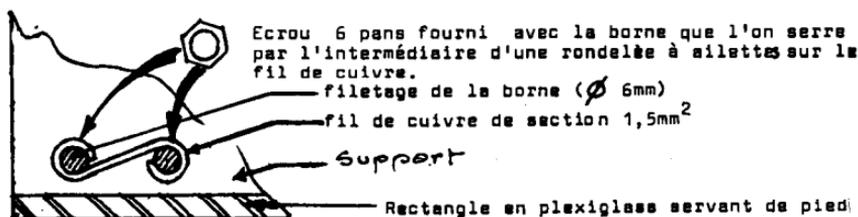


Fig. 2. — Vue partielle de dessous.

\* **ELECTRODE EN ARGENT.** Elle est réalisée dans une tige d'argent vierge de 4 mm de diamètre et de 55 mm de long. Etant donné le prix de ce métal, on peut réduire la longueur de cette électrode à 30 mm. A une extrémité, sur la section, on perce un trou de 2,5 mm de diamètre et de 2 mm, environ, de profondeur dans lequel on soude un fil de cuivre de 2 mm de diamètre (voir fig. 3).

Nous avons acheté une tige d'argent vierge à Caplain-Saint-André, 56 La Canebière Marseille.

\* **ELECTRODE EN CUIVRE.** Elle est réalisée dans une tige de cuivre de 5 mm de diamètre et de 90 mm de long. A 2 mm d'une extrémité, on perce un trou de 2,5 mm de diamètre qui traverse de part en part l'électrode. On y enfle un fil de cuivre de 2 mm de diamètre que l'on soude (voir fig. 4). Cette électrode peut d'ailleurs être aussi réalisée comme le sont celles de Fe, Pb, Zn.

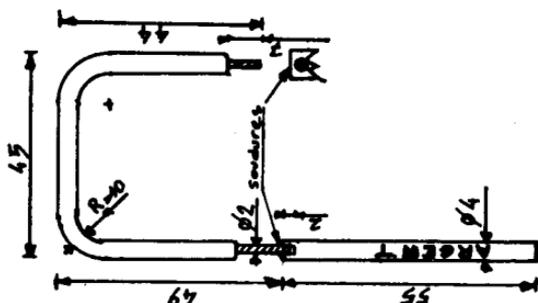


Fig. 3. — Electrode en argent.

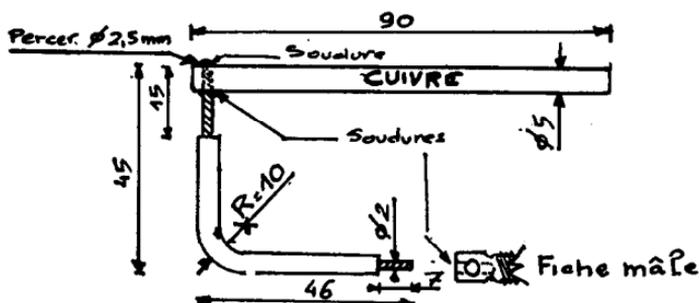


Fig. 4. — Electrode en cuivre.

\* ELECTRODE EN FER, ZINC ET PLOMB. Nous avons commandé aux établissements JEULIN (voir catalogue) des électrodes de  $120 \times 30 \times 2$  mm que nous avons partagées en quatre parties. En même temps, nous avons commandé des porté-électrodes en laiton comportant un système de fixation de l'électrode par vis. La liaison avec le support se fait par un fil en cuivre de 2 mm de diamètre (voir fig. 5).

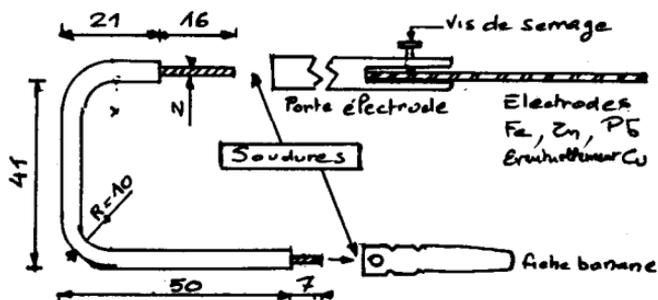


Fig. 5. — Electrodes Fe, Zn et Pb.

**Remarque.**

Il est impératif d'utiliser des métaux purs.

\* LES BACS A ELECTROLYSE. Dans les orifices de 50 mm de diamètre, on introduit des béciers en matière plastique de 50 ml et de 45 mm de diamètre que l'on peut se procurer aux établissements PROLABO. Ces béciers reposent directement sur la paille de la table de T.P.

\* LES PONTS. Ils peuvent être réalisés à l'aide de bandes de papier filtre imbibées de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Nous avons préféré utiliser des tubes de verre de 7 mm de diamètre, coudés en U à l'aide d'un bec bunsen de T.P. muni d'un bec « papillon ». Dans ces tubes coudés, on introduit un gel réalisé avec du  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , de l'agar agar et de l'eau distillée. Nous conservons ces ponts dans un cristallisoir contenant une solution de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  saturée que l'on renouvelle de temps en temps. Ces ponts ont une résistance moindre que celle des bandes de papier filtre et la sensibilité des mesures s'en trouve améliorée.

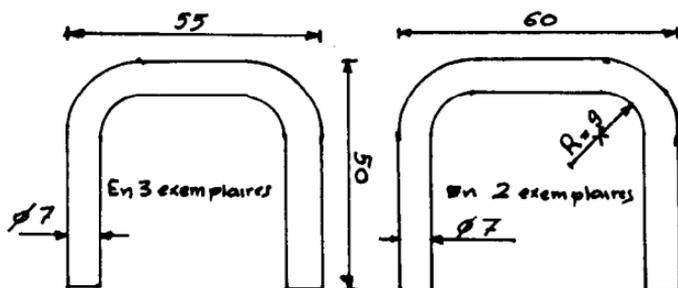
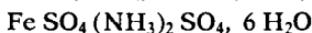


Fig. 6. — Ponts - Vue de face.

**\* LES SOLUTIONS.**

*Ammonium fer (ferreux) sulfate :*



P.M. : 392,14

Pesée : 39,22 g.

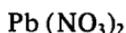
*Zinc sulfate :*



P.M. : 287,54

Pesée : 28,75 g.

*Plomb nitrate :*



P.M. : 331,20

Pesée : 33,12 g.

*Cuivre sulfate :*



P.M. : 249,68

Pesée : 24,97 g.

*Nitrate d'argent :*



P.M. : 169,87

Pesée : 16,99 g (environ 17 g).

*Nitrate d'ammonium :*

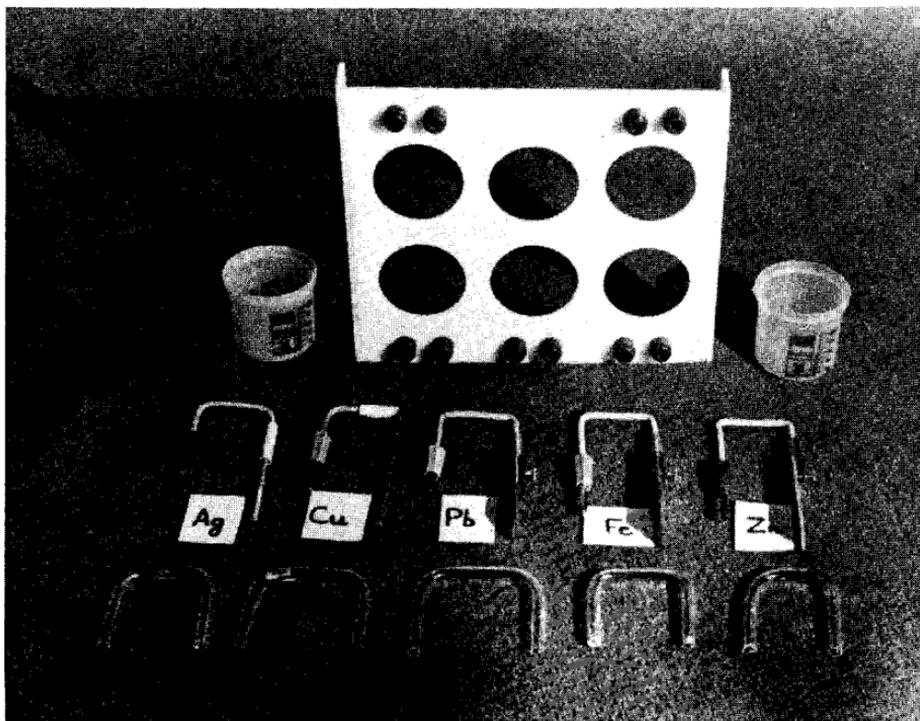
Réaliser une solution saturée.

Dissoudre chacune de ces masses dans 0,8 l d'eau distillée, puis, quelques heures après, compléter à 1 l avec de l'eau distillée.

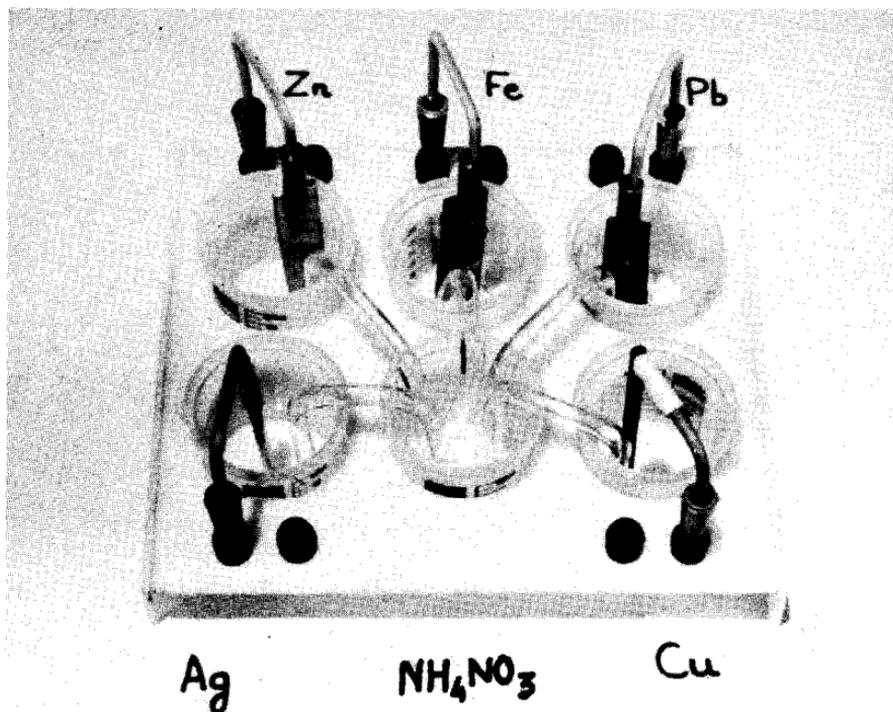
**Remarque.**

Il est souhaitable de conserver ces solutions à l'abri de l'air et de la lumière. A cet effet, nous nous sommes procurés des flacons en matière plastique opaque, ayant la forme « accordéon », ce qui permet de faire varier le volume utile de 0,1 l à 1 l. (Modèle « Air-évac » chez les revendeurs de matériel photographique).

\* LE PRIX DE REVIENT. 80 F environ par appareil.

**1.2. Présentation photographique de l'ensemble du matériel.**

Photographie n° 1



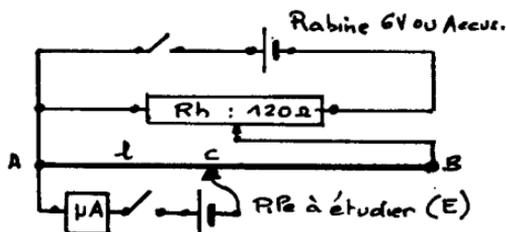
Photographie n° 2

## II. LES MESURES ET LES RESULTATS.

II.1. Photographie du montage utilisé (p. 1195).

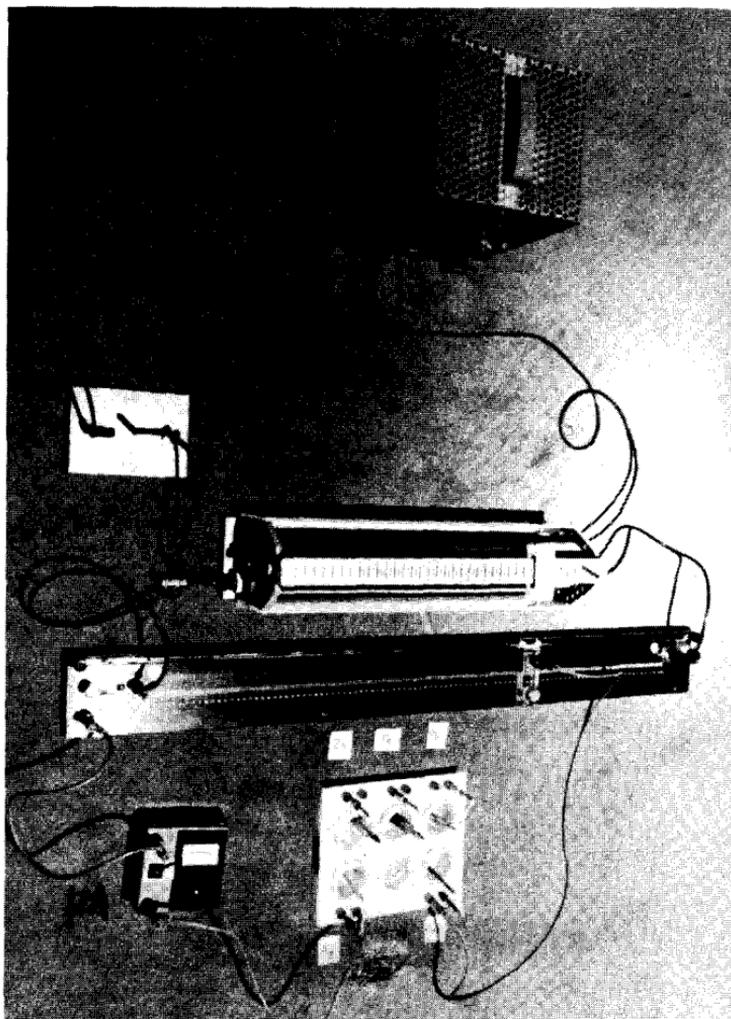
II.2. Le schéma du montage,

ACB : Pont à fil.



On se donne  $E_0 = 1,1 \text{ V}$  pour la pile  $\text{Cu}/\text{Cu}^{2+} // \text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$ . Le courant s'annule dans le microampèremètre pour une longueur  $l_0$  de la portion AC du pont à fil.

La f.é.m.  $E$  d'une autre pile est donnée par  $E = E_0 \cdot (l/l_0)$ .



Photographie n° 3

## II.3. Tableau des résultats des mesures.

PILE	$l = AC$ (en cm)	F.E.M. (en volt)	Valeurs théoriques (V)
Cu - Zn	48,5 cm	1,1 volt (valeur donnée)	1,1 volt
Cu - Pb	20,3 cm	0,46 volt	0,47 volt

Cu - Fe	33 cm	0,75 volt	0,78 volt
Pb - Fe	12,1 cm	0,27 volt	0,31 volt
Pb - Zn	27,9 cm	0,63 volt	0,63 volt
Fe - Zn	15,1 cm	0,34 volt	0,32 volt
Ag - Cu	18,8 cm	0,43 volt	0,43 volt
Ag - Pb	40,1 cm	0,91 volt	0,90 volt
Ag - Fe	52,4 cm	1,19 volt	1,21 volt
Ag - Zn	68,4 cm	1,55 volt	1,53 volt

#### II.4. Conclusion.

Nous savons que :

$$\Pi_{M^{n+}/M} = \Pi^{\circ}_{M^{n+}/M} + (0,06/n) \log (M^{n+})$$

Nous avons pris des concentrations égales à 0,1 mole par litre. Pour tous les métaux divalents :

$$(0,06/n) \log (M^{n+}) = -0,03 \text{ volt.}$$

Pour l'argent, ce terme vaut  $-0,06$  volt.

$$\text{Donc } \Pi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,34 - 0,03 = 0,31 \text{ volt,}$$

$$\Pi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ volt,}$$

$$\Pi_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,16 \text{ volt,}$$

$$\Pi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,47 \text{ volt,}$$

$$\Pi_{\text{Ag}^{+}/\text{Ag}} = -0,74 \text{ volt.}$$

Les valeurs théoriques des forces électromotrices des piles notées dans le tableau ci-dessus ont été établies à partir de ces données.

Notons enfin qu'il est également possible à l'aide de ce dispositif, de mesurer les potentiels de couples tels que :

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , ... A condition de disposer d'une électrode inattaquable (graphite, ou mieux platine).

Paul BRAMAND et Marc SOTTOCASA,  
(Lycée Ismaël-Dauphin - Cavaillon),

R. BLANC,  
(Lycée Thiers - Marseille).