

RÉALISATION D'UN pH MÈTRE POUR MESURES SUR LE TERRAIN

par J. SUSINI*

La nécessité d'avoir à effectuer des mesures de pH et de rH_2 « in situ » se fait sentir depuis longtemps dans les prospections pédologiques. Si d'excellents appareils portatifs existent sur le marché, ils sont très chers à l'achat, et les réparations sont souvent difficiles, du fait de l'éloignement et du manque de spécialistes ; aussi avons-nous entrepris de construire un appareil aussi robuste que possible, peu onéreux, et, du fait de sa construction, de dépannage aisé.

Le montage employé dérive de celui inventé par HILL cité par MacColm DOLE. L'appareil ne comprend aucun organe fragile ; les composants sont simples, le câblage facile pourra être exécuté par un radio-dépanneur.

On envisagera successivement : les éléments nécessaires,
le montage et sa réalisation,
le fonctionnement,
les performances.

1 - Les éléments nécessaires

a) Lampes

6c6. Il s'agit d'une lampe ancienne, à culot américain, que l'on trouve encore facilement. Elle a l'avantage d'avoir une grille de commande très isolée.

Ses caractéristiques sont les suivantes : chauffage indirect, détectrice, amplificatrice, grille triple, courant grille 10^{-12} A, pente de $20 \mu A/V$, tension de chauffage 6,3 V, consommation 300 mA.

6E5. Indicateur de zéro électrique (trèfle cathodique). L'alimentation de ce tube se fait sous une tension de 6 V pour une consommation en courant de 300 mA.

* Anciennement : Chef du Laboratoire de Pédologie du Centre ORSTOM de Yaoundé (Cameroun).

Actuellement : Chef du Laboratoire de Chimie des Sols du Service des Etudes Scientifiques, Alger.

b) *Les résistances fixes*

Il convient de les choisir de bonne qualité, dans la gamme des précisions de 1 %. Celles de 5 et 0,5 M Ω (shunt de grille) pourront être moins précises (10 % environ).

c) *Les potentiomètres*

Ceux qui servent à équilibrer le pont (valeurs 600 - 1 000 - 20 000 Ω) doivent être choisis dans la gamme à bobinage linéaire à présentation étanche. Celui utilisé pour la mesure (600 Ω) doit être de grand diamètre (au moins 150 mm) pour permettre un grand étalement des mesures.

d) *Un interrupteur rotatif*

Il s'agit d'un dispositif à haut isolement, avec 2 galettes à 1 circuit et 5 directions par circuit.

e) *Les piles*

- Pour les tensions plaques, on choisira des piles de 22,5 V, type « auditive ».
- Pour l'alimentation, on emploie une pile de 1,5 V, type « torche ».

f) *Les électrodes*

- L'électrode référence, elle sera de type classique, à calomel et à chlorure de potassium saturé.
- L'électrode en verre, de type courant, doit être choisie parmi celles dont le liquide de remplissage donne une force électromotrice égale à zéro pour un pH égal à zéro (le montage admet des électrodes de très forte résistance interne).

2 - Montage et réalisations (photos 1, 2, 3, 4)

Le schéma général de câblage (fig. 1) montre suffisamment qu'il s'agit d'un montage très simple.

— La lampe 6c6, à forte pente, doit être soigneusement blindée ; la liaison de sa grille au circuit de mesure se fait par câble blindé. Le support de lampe est ordinaire, en bakélite.

— La prise de l'électrode de verre se fait sur douille coaxiale de qualité. L'électrode au calomel se branche sur une douille ordinaire, genre fiche banane.

— Les résistances sont toutes groupées sur une plaquette isolante, au fond du châssis.

— Les piles d'alimentation sont montées sur un châssis accessible pour être facilement échangées.

— Les contacts S_1 et S_2 sont groupés sur un contacteur rotatif à quatre positions : Arrêt - II - I - Mesure. La position II met sous tension le circuit potentiométrique.

— Les différents organes sont montés sur un carter métallique rigide, en tôle d'aluminium de 2 mm. Les mouvements de flexibilité dans le cas d'un carter trop souple, nuisent à la stabilité électrique.

3 - Le fonctionnement

— Mettre soigneusement l'appareil à la terre.

— L'interrupteur est mis sur la position II (fig. 1 et 2). Les piles sont alors sous tension, la grille de commande est « libérée » (position dite « en l'air »). Laisser l'appareil chauffer 10 mn. Le trèfle catho-

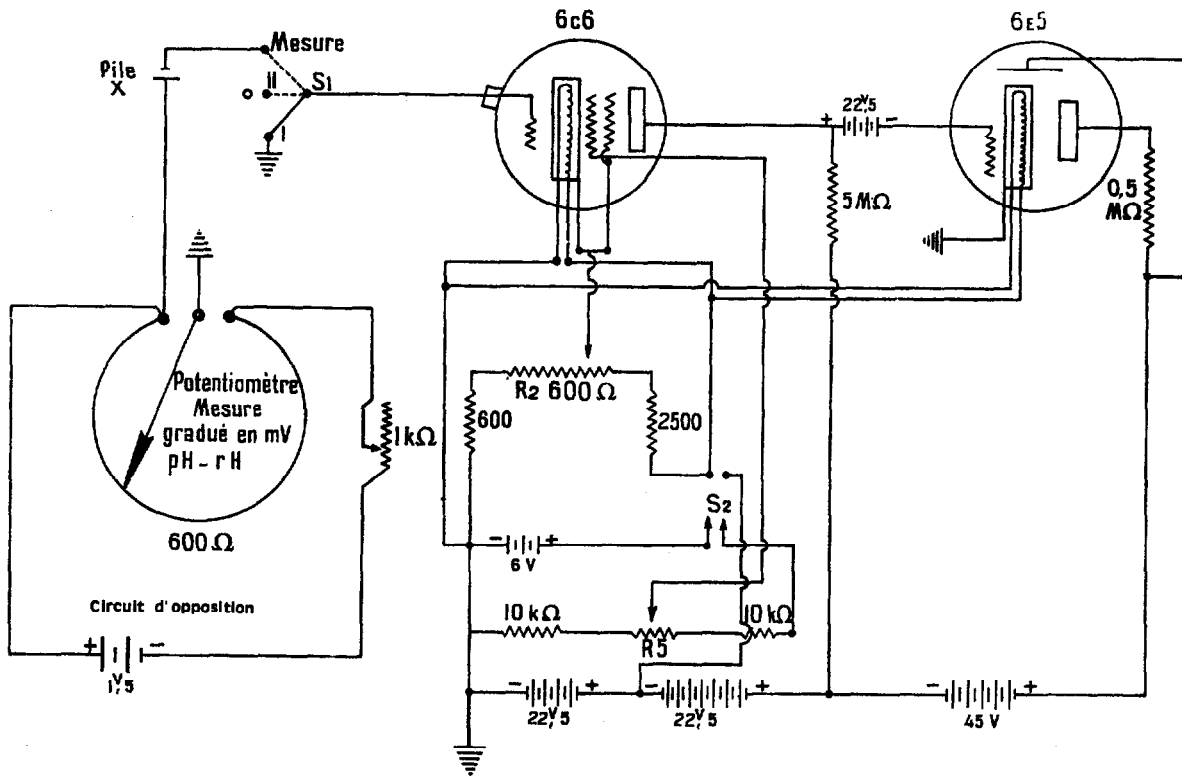


Fig. 1. — Schéma général de câblage.

dique s'illumine. Agir sur le potentiomètre II (R_2) (fig. 2) de façon que le faisceau fluorescent devienne une ligne droite. (L'image du zéro est différente selon les types de tube indicateur).

— Passer sur la position I. Régler, comme précédemment, le faisceau fluorescent en agissant sur le potentiomètre I (R_5) (fig. 2).

— Revenir sur II ; régler.

— Revenir sur I, etc. Après deux ou trois opérations de ce genre, les réglages de l'« œil » ne bougent plus, le zéro électrique est stable.

Ces ajustements successifs amènent la grille de commande au potentiel du sol, et créent une tension de négativation de $-1,5$ V, par rapport à la cathode. Le courant grille est alors peu différent de 10^{-12} A.

— Passer ensuite sur la position mesure. Les électrodes étant immergées, ajuster le zéro, comme précédemment, en agissant sur le gros potentiomètre de 600Ω . Lire le pH.

Avant une série de mesures, il faut vérifier le tarage en utilisant une solution de pH connu. S'il y a un décalage avec la valeur lue, régler en agissant sur le potentiomètre de tarage ($1\ 000 \Omega$) (fig. 2).

— Le potentiomètre de mesure du circuit d'opposition permet, avec une pile de $1,5$ V, de mesurer environ 0 à 600 mV pour le tarage en résistance maximale ($1\ 000 \Omega$), 0 à $1\ 500$ mV pour le tarage en résistance nulle.

Le cadran de réglage du potentiomètre est gradué en millivolts ce qui permet l'utilisation de l'appareil pour les mesures de rH₂.

4 - Les performances

Après sa construction, nous avons régulièrement essayé l'appareil plusieurs fois par jour avec des solutions étalons ; après deux mois d'essais, pratiquement aucune dérive n'est apparue sur les repères de pH. Elle est en tout cas inférieure à 0,05 unité.

Avec un potentiomètre de mesure de 150 mm de diamètre, une valeur de 0,1 unité pH correspond à un espace de 5 mm, ce qui permet une bonne précision dans les lectures. L'erreur « électrique » reste négligeable, même avec des électrodes à très forte résistance intérieure ($3 \cdot 10^8 \Omega$).

— Les piles de tension des lampes doivent durer certainement de 6 mois à 1 an. Les piles d'alimentation (1,5 V), selon l'usage fait, doivent être changées tous les mois.

— Par souci de simplicité, il n'a pas été prévu de réglage de température, préférant la solution qui consiste à étalonner l'appareil avant l'emploi, avec des solutions tampons de pH connu.

Conclusion

L'appareil qui vient d'être décrit se caractérise par son prix peu élevé et sa très grande facilité de réparation. Il apparaît indiqué dans le cas où de très nombreuses mesures doivent être faites sur le terrain. C'est le cas pour l'étude des sols salés et des sols hydromorphes, l'appareil pouvant certainement utiliser des électrodes spécifiques pNa et pCa.

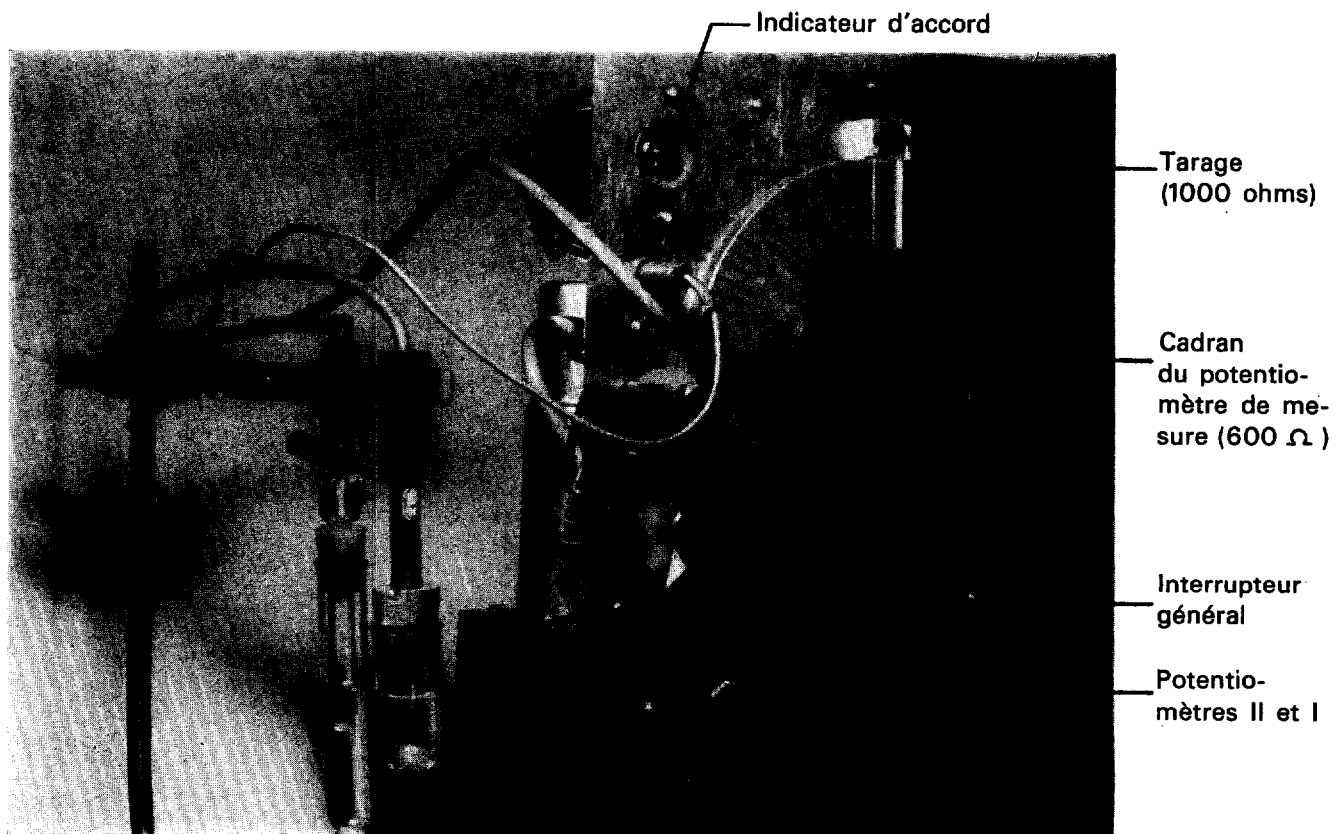
BIBLIOGRAPHIE

- Mac Colm DOLE. — L'électrode de verre. DUNOD, Paris.
 HUBY, 1956. — Étude et réalisation d'un pH mètre. *Électronique industrielle*, pp. 181-186.
 BONHOMME. — Le voltmètre électronique idéal, l'O.S.B. 167. *Toute la Radio*, n° 167, p. 222.
 SMITH (G.F.), SULLIVAN (V.R.), 1937. — *J. Soc. Chem. Ind.*, 56, 104 T.

LISTE DES PIÈCES NÉCESSAIRES

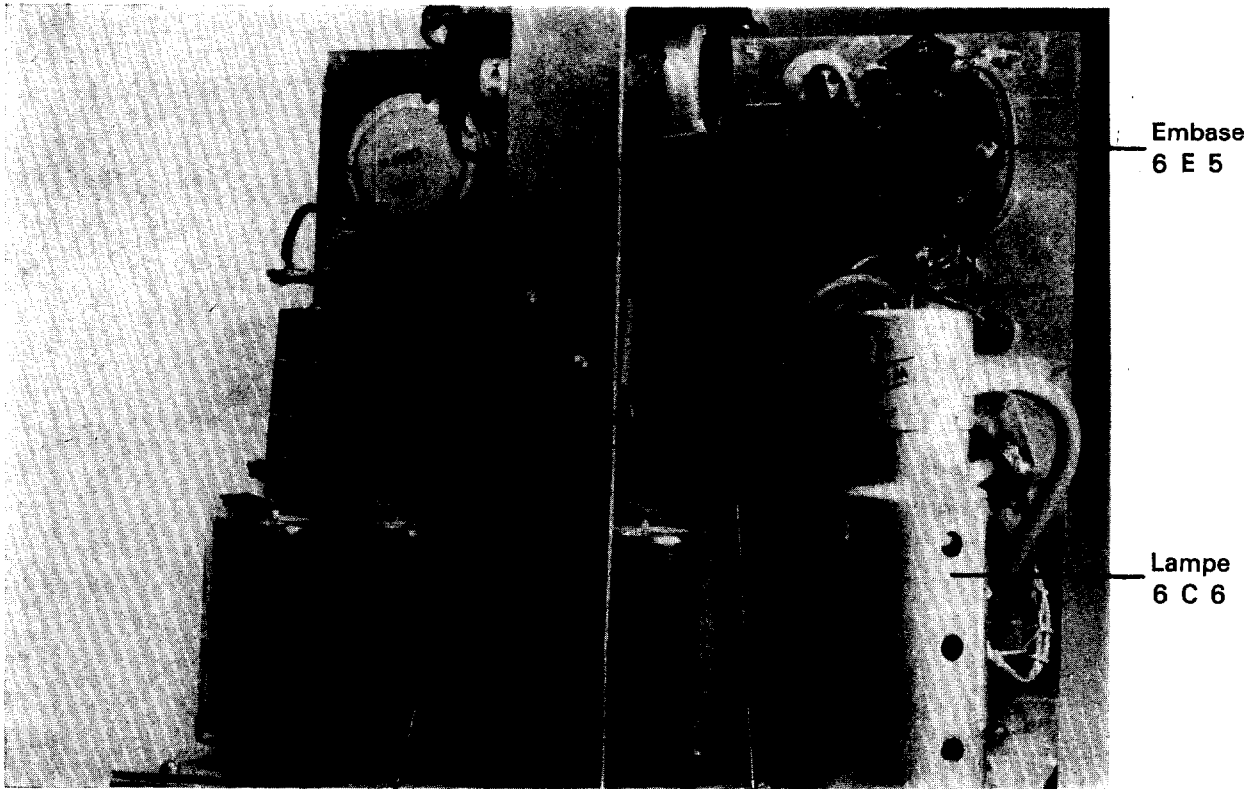
- | | |
|---|---------------------------|
| 1 Lampe 6C6 | } avec embase en bakélite |
| 1 Lampe 6E5 | |
| Résistances 600 et 2 500 Ω | } Série PE 1C à 1 % |
| 2 Résistances de 10 000 Ω | |
| 1 Résistance de $5 \cdot 10^6 \Omega$ type NIP 55 | 1 % |
| 1 Résistance de $5 \cdot 10^5 \Omega$ type NIP 55 | 1 % |
| 3 Potentiomètres, type VC 375, étanches, bobinés, véritable Alter de 600, 1 000, 20 000 Ω (R_s). | |
| 1 Potentiomètre de précision type 25.15, 600 Ω , bobiné \varnothing 152 mm. | |
| 1 Commutateur rotatif SOCAPEX type M. | |
| 1 Fiche coaxiale T 12 A. | |

Note. — Nous tenons à la disposition des personnes intéressées une liste des adresses des fournisseurs du matériel nécessaire à la réalisation de l'appareil.



Vue de face

Vue d'ensemble - Face - Fig. 2



Vue arrière

Fig. 3

Plaque porte-résistances

Indicateur d'accord

Potentiomètres II et I



Embase de la 6 C 6

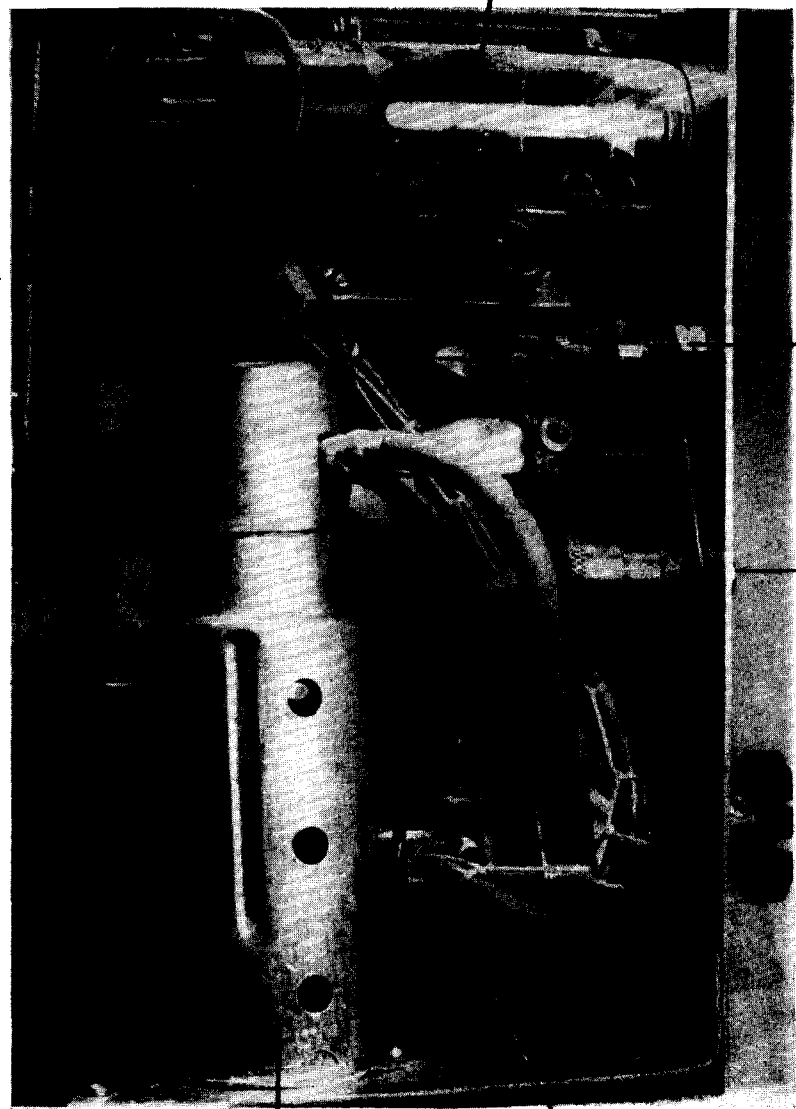
Vue de dessous - Fig. 5

Sortie électrode Calomel

Fiche coaxiale pour électrode de verre

6 C 6

Contacteur rotatif



Vue de côté - Fig. 4