

APPAREIL D'ANALYSE THERMIQUE DIFFERENTIELLE RÉALISÉ A LA SECTION DE PEDOLOGIE DE L'I.R.CAM.

Nous nous proposons de présenter ici l'appareil que nous venons de réaliser, et qui peut se construire rapidement avec du matériel qu'on trouve dans le commerce à un prix très raisonnable.

De ce fait, cette publication peut rendre des services aux pédologues désireux de monter à peu de frais une installation semblable.

Nous donnerons :

- I) Un aperçu sur le principe de l'analyse thermique différentielle.
 - II) La description de l'appareil monté à l'I.R.CAM.
 - A. — Le four.
 - B. — Le système de régulation de la vitesse de chauffe.
 - C. — L'enregistrement de la température du four.
 - D. — L'enregistrement de température du couple différentiel.
 - E. — Le bloc porte-échantillon et sa fabrication.
 - F. — Les couples employés et la technique de leur soudure.
 - G. — La liste des fournisseurs et le devis approximatif des fournitures.
 - III) La technique d'utilisation de l'appareil.
 - A. — Chargement du bloc porte-échantillon.
 - B. — La mise en route.
 - IV) Aperçu sur les résultats obtenus.
 - Rendement de l'appareil.
 - Préparation des échantillons.
- Bibliographie.

I) L'analyse thermique différentielle

L'analyse thermique différentielle est essentiellement un moyen rapide d'investigation minéralogique. En pédologie, cette méthode complète les analyses chimiques et physiques, en nous donnant des renseignements sur la nature des colloïdes minéraux du sol.

Les colloïdes minéraux du sol, résultant de la décomposition des silicates des roches, peuvent comprendre :

- 1) de la silice colloïdale plus ou moins hydratée ;
- 2) des oxydes de fer plus ou moins hydratés ;
- 3) des oxydes d'aluminium plus ou moins hydratés ;
- 4) des argiles variées, souvent en quantités importantes, et qui sont des minéraux secondaires, hydratés, constitués de silice et d'alumine et parfois de fer et d'autres métaux.

Tous ces minéraux renferment de l'eau.

Si on chauffe un échantillon de sol qu'on a laissé longtemps dans une atmosphère saturée en vapeur d'eau, on constate des départs d'eau successifs, par paliers, jusqu'à une température qui dépasse parfois 800°.

L'eau retenue par des phénomènes de capillarité part d'abord, c'est la plus facile à chasser ; puis vient l'eau d'hygroscopicité retenue en lames mono-moléculaires à la surface des colloïdes et qui ne part qu'entre 70 et 150° ; enfin, l'eau de constitution, qui n'est chassée qu'au-dessus de 150°.

Ces départs d'eau se font avec une absorption de chaleur et *l'analyse thermique différentielle enregistre ces absorptions de chaleur qui ont lieu pour chaque espèce minérale à des températures fixes.*

De plus, il se produit dans beaucoup de minéraux des sols, quand on les chauffe, des changements internes de structure qui se font avec des dégagements de chaleur. Ces phénomènes se produisent eux aussi, pour chaque espèce minérale donnée, à des températures fixes.

L'analyse thermique différentielle enregistre ces deux catégories de phénomènes et les résultats qu'elle fournit permettent de conclure à la présence de telle ou telle espèce minérale dans l'échantillon analysé.

PRINCIPE DE MONTAGE D'UNE INSTALLATION D'ANALYSE THERMIQUE DIFFÉRENTIELLE

L'échantillon à analyser est chauffé en même temps qu'une autre substance qui possède sensiblement la même conductivité thermique et qui ne donne lieu à aucune modification sous l'action de la chaleur. (Cette substance peut être de l'alumine, de l'argile, ou un mélange des deux qu'on aura chauffé auparavant à une température supérieure à 1.000°) (voir fig. n° 1).

Dans chaque godet, on place un couple thermo-électrique (les deux couples doivent être rigoureusement identiques), on branche les deux couples en opposition. Un galvanomètre sensible Dt note la différence de température entre les deux échantillons (voir fig. n° 1).

Le bloc des godets avec leurs couples est placé dans un four, et un troisième couple thermo-électrique, fixé dans le bloc des godets, ou dans l'un d'eux, sert à enregistrer la température du four ; un millivoltmètre T, moins sensible que le galvanomètre précédent, est utilisé dans ce but (voir fig. n° 1).

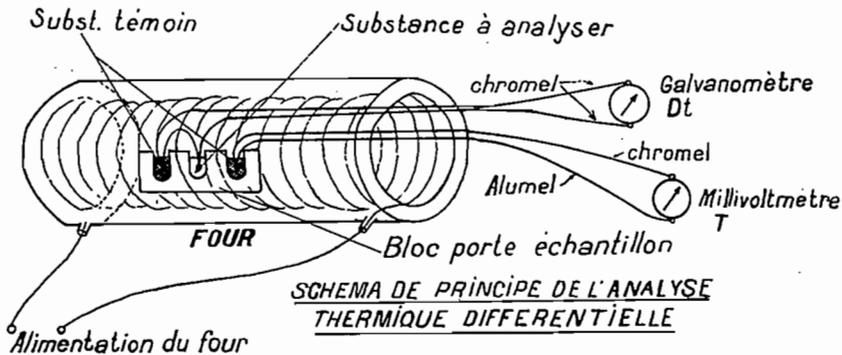


FIG. 1

Les indications du galvanomètre Dt sont enregistrées optiquement sur un tambour à papier photographique :

1) Si la substance étudiée n'est le siège d'aucun phénomène au cours de son échauffement, le galvanomètre Dt inscrira une ligne presque horizontale.

2) Si la substance étudiée présente un phénomène thermique à une température déterminée, la ligne horizontale obtenue précédemment sur le papier photographique présentera, au point correspondant à cette température, un crochet brusque, plus ou moins marqué, vers le haut ou vers le bas (selon qu'il s'est produit dans l'échantillon une absorption ou un dégagement de chaleur).

On relie conventionnellement les couples au galvanomètre Dt, de façon à ce qu'un phénomène d'absorption de chaleur (réaction endothermique) donne lieu à un crochet dirigé vers le bas sur le papier photographique, et, inversement, un phénomène de dégagement de chaleur (réaction exothermique) donne lieu à un crochet dirigé vers le haut (voir fig. n° 2).

La montée de température du four est enregistrée par le millivoltmètre T. L'alimentation électrique du four est munie d'un dispositif qui permet de réaliser une montée de température presque linéaire (voir fig. n° 4).

Le galvanomètre Dt nous donnera, par exemple, dans le cas d'un

échantillon constitué par du kaolin, la courbe suivante (voir fig. n° 2).

Chaque fois qu'on obtient une telle courbe, on pourra conclure à la présence de kaolin dans l'échantillon.

II) Description de l'appareil monté à l'I.R.C.A.M.

A. — Le bloc des fours.

Les fours ont été fabriqués par la maison Culmann ; il s'agit de fours à bobinage en solénoïde, cylindriques, de 35 cm. de long et de 8 cm. de diamètre extérieur.

La cavité utile de chaque four, également cylindrique, a un diamètre de 4 cm. sur 35 cm. de long. Ces fours sont prévus pour être

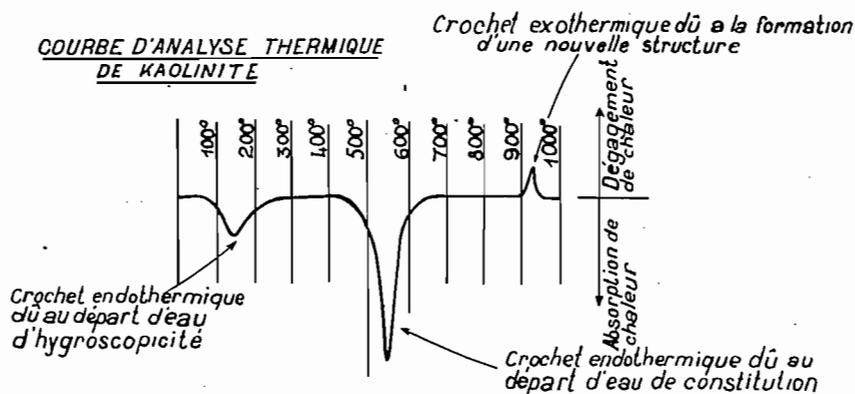


FIG. 2

alimentés sous 110 volts de tension et peuvent sans risque monter à 1.100° C.

Nous avons monté un bloc de trois fours identiques pour ne pas être obligés après une analyse d'attendre le refroidissement du four venant de servir.

Le bloc des trois fours a été réalisé provisoirement avec du matériel pour montages de laboratoire, comme le montre la photographie n° 1.

L'expérience a montré que les fours Culmann sont de bonne qualité et qu'ils donnent sur une longueur de 10 cm. une température très uniforme.

Nous avons fait quelques essais en introduisant dans le four deux couples thermo-électriques à nu et en enregistrant la différence de température. Les essais ont montré que, jusqu'à 1.000°,

cette différence est négligeable et on obtient une ligne presque horizontale.

Le prix de revient abordable des fours permet, d'autre part, de les remplacer facilement ; le cas ne s'est d'ailleurs pas encore présenté, car les fours travaillent dans des conditions de montée de température idéales.

Dans notre installation, nous avons prévu provisoirement les fours en position fixe, et ce sont les tubes porte-échantillons qui sont mobiles.

L'expérience nous a montré qu'on aurait tout intérêt à rendre les fours mobiles et le bloc porte-échantillons et porte-couples fixes.

L'intérieur de chaque four est protégé par un tube de silice de 3 mm. d'épaisseur, 33 cm. de long et de 38 mm. de diamètre extérieur.

Ces tubes, dont l'un est visible sur la photo 4, ont été fournis par les établissements Quartex.

Chaque four possède une de ses bornes connectée définitivement à l'une des sorties de l'alternostat d'alimentation ; l'autre sortie de l'alternostat peut être branchée par l'intermédiaire de fiches Férel à l'un ou l'autre des trois fours.

B. — *Le système de régulation de la vitesse de chauffe.*

Nous avons réalisé expérimentalement une montée de température linéaire en *faisant augmenter de façon continue la tension d'alimentation des fours.*

Un alternostat Ferrix nous permet de réaliser cette augmentation progressive de tension.

L'alternostat Ferrix est un auto-transformateur spécial, dont la sortie est équipée d'un curseur mobile qui permet de monter progressivement la tension.

Un moteur synchrone Vassal à rotation lente nous sert à entraîner le curseur de l'alternostat sur l'axe duquel nous avons fixé une poulie (voir photographie n° 2).

L'alternostat Ferrix nous permet de réaliser progressivement toutes les tensions de 0 à 150 volts.

On comprend qu'il est facile d'avoir toutes les vitesses de montée de tension en faisant varier le diamètre de la tige qui prolonge l'axe du moteur synchrone, car elle enroulera la cordelette plus ou moins vite.

Sur l'axe du curseur de l'alternostat, nous avons fixé une poulie à plusieurs jantes, ce qui permet avec deux ou trois axes de moteur de diamètre différent d'avoir toute une gamme de vitesses

d'enroulement et de montée de tension. Pour réaliser notre vitesse de montée de température de 1 heure 40 minutes de 20° à 1.000° C., nous avons équipé le moteur d'entraînement d'un axe de 4 mm. de diamètre et l'alternostat d'une poulie avec une jante de 9,2 cm. de diamètre (voir photographie n° 2).

L'expérience nous a montré qu'il fallait dans ces conditions partir de la position 58 volts de l'alternostat pour avoir une montée de température linéaire, et cette montée se fait alors en 1 heure 40 minutes (voir fig. n° 3 et n° 4).

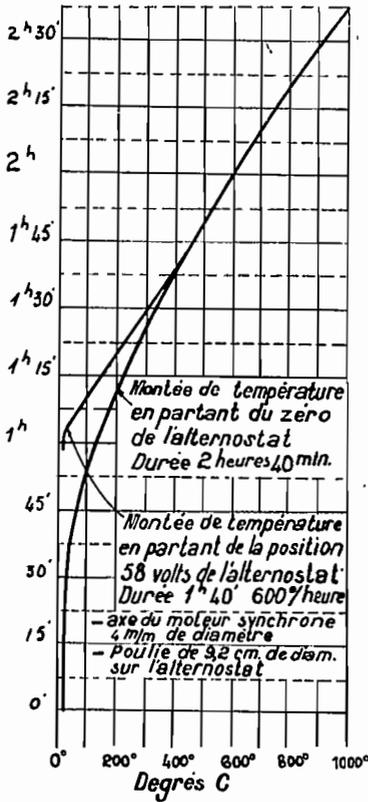


FIG. 3

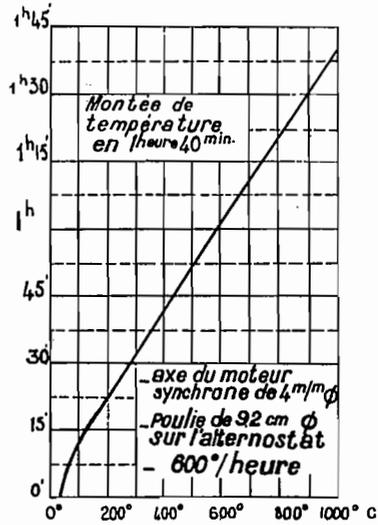


FIG. 4

Signalons que nous avons expérimenté d'autres vitesses de montée de température :

Pour obtenir une *montée linéaire* en 3 heures 15 minutes, nous nous servons sur l'alternostat de la poulie de 16,2 cm. de diamètre et toujours de l'axe de 4 mm. de diamètre sur le moteur. Dans ce

cas, il faut partir de la position 40 volts sur l'alternostat (voir fig. n° 5).

En conclusion : *Pour chaque vitesse de montée de température, il faut partir d'un voltage défini de l'alternostat pour obtenir une montée de température bien linéaire.*

C. — *L'enregistrement de la température du four.*

Un enregistreur de température Chauvin-Arnoux pour couples

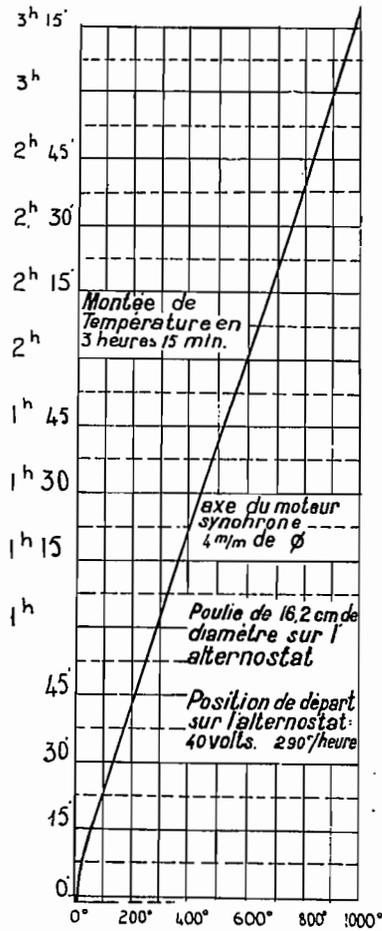


FIG. 5

thermo-électriques Chromel-Alumel nous sert à enregistrer la température des fours (voir photographie n° 3).

Cet enregistrement possède une graduation de 0 à 1.000 C. et

permet l'enregistrement graphique de la température ; *en plus, il nous sert de moteur d'entraînement pour l'enregistrement photographique de Dt.*

Remarque : Il ne serait pas impossible, si on désire réduire le prix de revient, de remplacer cet enregistreur par un bon pyromètre Chauvin-Arnoux non enregistreur, et d'assurer l'entraînement de l'enregistreur photographique par un moteur synchrone.

Il serait dans ce cas possible d'étudier un système de cellule photo-électrique combiné au pyromètre qui déclencherait une lampe dans la chambre noire de l'enregistreur photographique à chaque centaine de degrés, enregistrant ainsi sur le diagramme d'analyse les températures tous les 100°.

D. — *L'enregistrement de la différence de température des couples montés en opposition* (voir fig. n° 6).

Un galvanomètre très sensible fourni par la C^{ie} S.E.F.R.A.M. nous sert à enregistrer le courant des deux couples en opposition.

Le galvanomètre possède une résistance interne de 8 ohms, sa période est de 3 secondes et sa sensibilité de $5 \cdot 10^{-7}$ volts/mm.

Il est beaucoup trop sensible pour être branché directement, aussi est-il shunté par un fil de cuivre d'environ 10 cm. de long et de 3/10 de mm. de diamètre.

On règle expérimentalement, une fois pour toutes, la longueur de ce fil selon la grandeur des crochets qu'on veut obtenir.

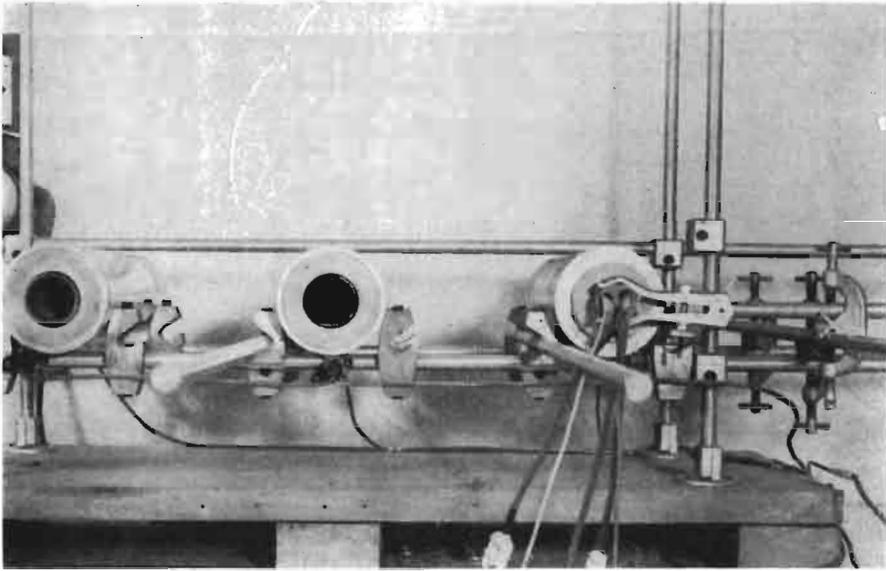
La lampe-spot, également fournie par S.E.F.R.A.M., utilise une ampoule 6 volts d'éclairage de bicyclette ; un écran ne laisse passer qu'un mince faisceau longitudinal.

L'enregistreur photographique a été fabriqué par les établissements J. Borie, à Paris, d'après un plan que nous leur avons fourni.

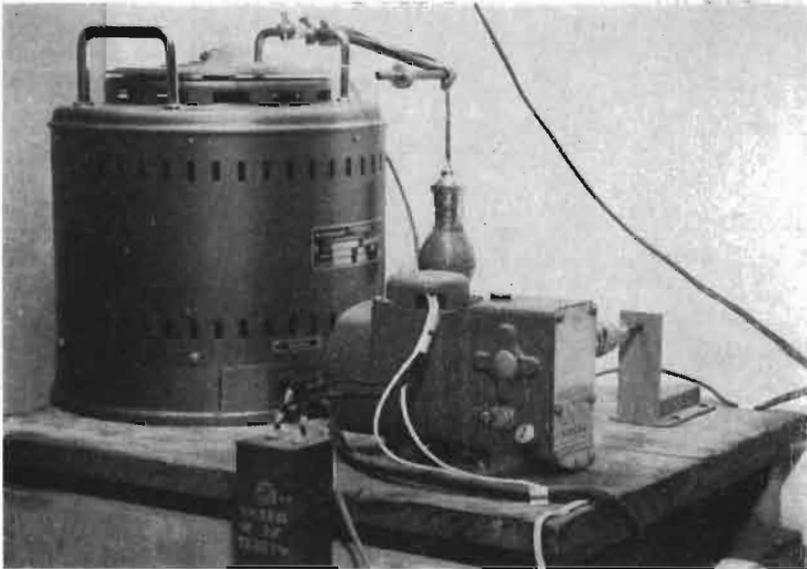
Le tambour prévu pour recevoir le papier photographique est entraîné par une poulie fixée sur son axe ; cette poulie possède plusieurs jantes, ce qui permet d'obtenir plusieurs vitesses d'enroulement du papier.

*Diamètre des jantes de la poulie
sur l'axe du tambour photographique*

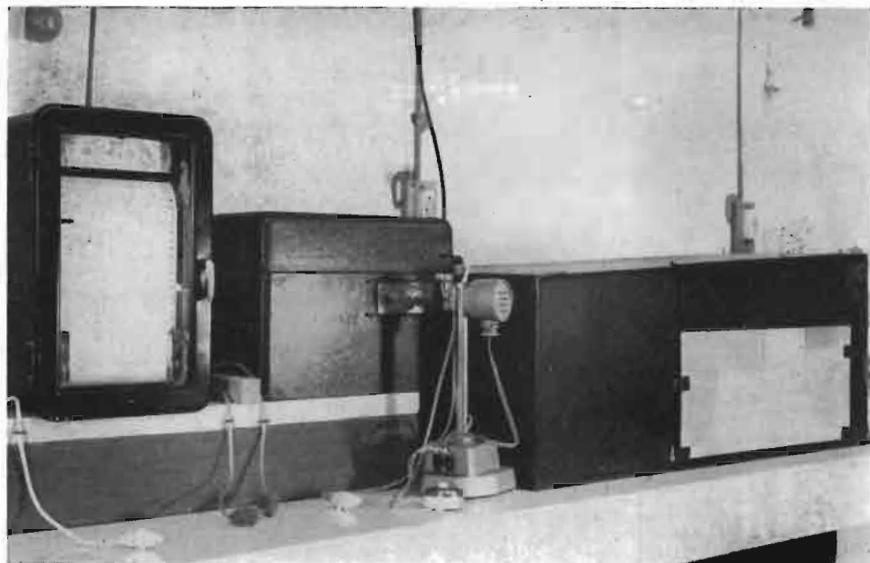
2 cm.	un tour complet en	2 heures
4 cm.	—	4 —
8 cm.	—	8 —
12 cm.	—	12 —
14 cm.	—	14 —



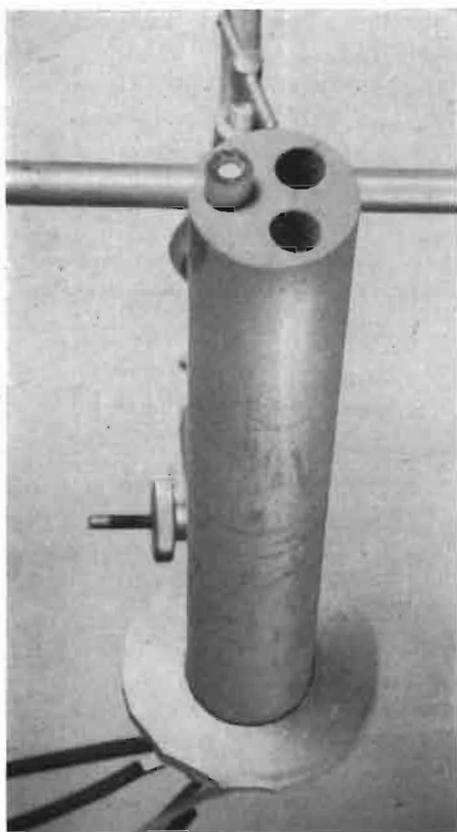
PHOTOGRAPHIE n° 1. — Ensemble des trois fours



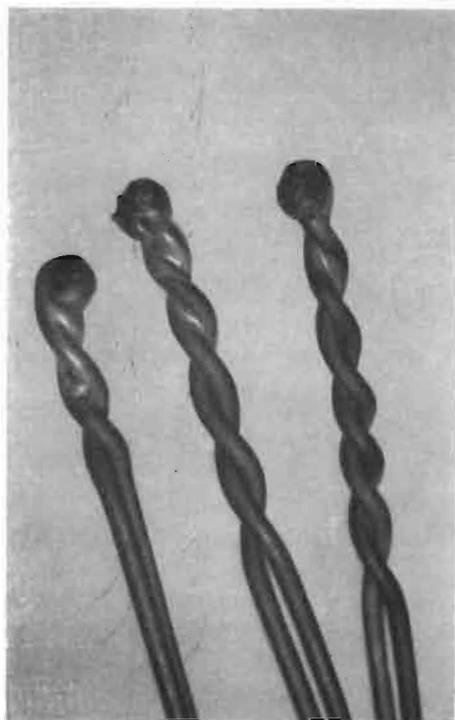
PHOTOGRAPHIE n° 2. — Dispositif de commande de la vitesse de chauffe



PHOTOGRAPHIE n° 3. — Ensemble enregistreur



PHOTOGRAPHIE n° 4. — Tube
porte-échantillon



PHOTOGRAPHIE n° 5. — Couples
thermoélectriques grossis huit fois

Le galvanomètre a été placé dans un coffre de bois étanche à la lumière que nous avons fabriqué nous-même ; il peut s'ouvrir par-devant ; le tube de sortie de la lampe-spot pénètre latéralement dans ce coffre.

SCHEMA DE DISPOSITION DE L'ENREGISTREUR

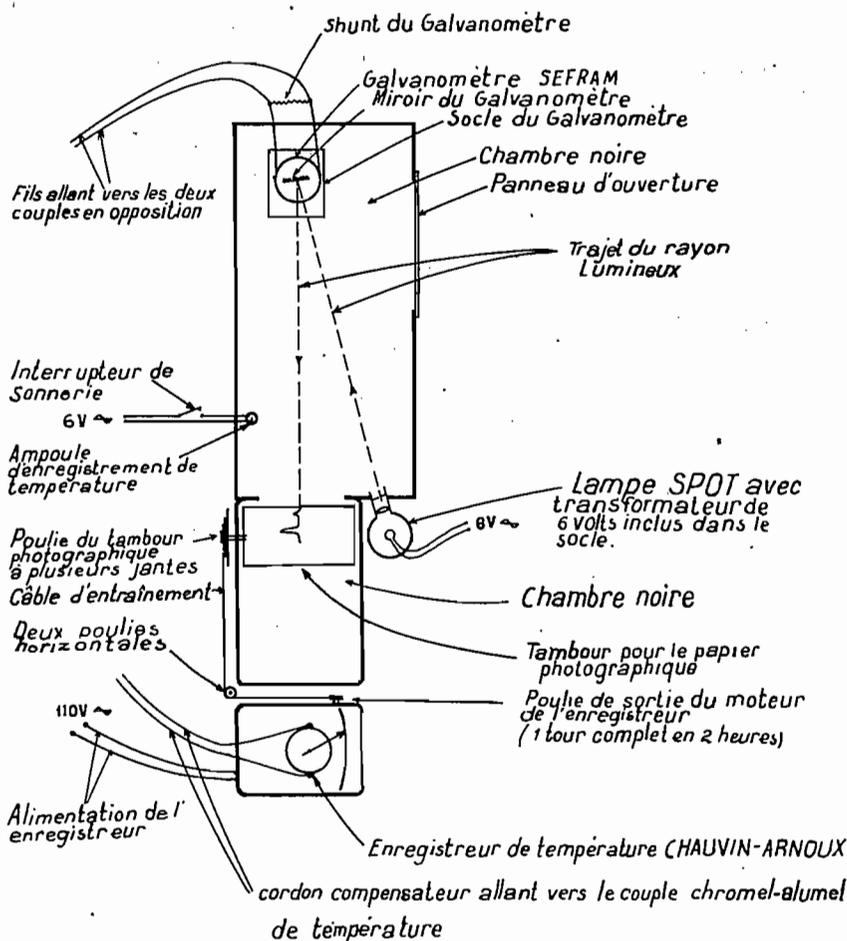


FIG. 6

Le coffre de bois renferme également une ampoule de 6 volts, placée latéralement, et pouvant être allumée par un interrupteur de sonnerie ; cette ampoule permet d'enregistrer directement sur le papier photographique des repères de température.

L'opération de fixation du papier photographique sur le tambour se fait en lumière rouge ; une fois le couvercle de l'enregistreur fermé, l'appareil permet de travailler dans un éclairage normal, grâce au coffre de bois étanche à la lumière.

Le socle du galvanomètre est fait en bois ; deux couches de caoutchouc mousse intercalées dans ce dernier atténuent les vibrations.

Signalons la sensibilité du galvanomètre S.E.F.R.A.M. aux courants d'air.

Le shunt du galvanomètre doit être placé dans un endroit protégé des radiations infra-rouges des fours ; sinon, nous avons constaté que la connection cuivre sur cuivre du shunt aux fils conducteurs joue le rôle d'un couple thermo-électrique et donne des perturbations.

(Le diamètre du tambour de l'enregistreur photographique est de 16 cm.).

E. — *Le bloc porte-échantillon* (voir fig. n° 7).

Le bloc porte-échantillon a été fabriqué à Yaoundé avec du ciment « fondu Lafarge ». C'est la mise au point de sa fabrication qui a été la plus longue (voir photographie n° 4).

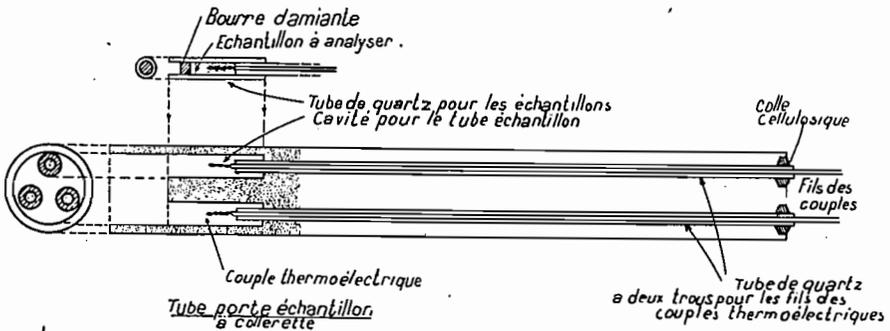


FIG. 7

Le fondu Lafarge est un liant hydraulique à forte teneur en alumine, servant à fabriquer des bétons réfractaires.

Le fondu Lafarge, fabriqué par la Société Anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge et du Teil, nous a été conseillé par S.E.C.A.R. (Société d'Etudes et de Conseils pour Appareillages Réfractaires).

Le ciment fondu Lafarge nous a donné satisfaction et nous a permis de réaliser à très bon marché nos porte-échantillons.

Le moule servant à fabriquer le porte-échantillons est en laiton.

F. — *Les couples thermo-électriques et la technique de leur soudure.*

Nous avons adopté pour notre appareil des couples thermo-électriques en chromel-alumel, que nous soudons nous-même avec des fils qui nous ont été fournis par la Société Chauvin-Arnoux.

Nous nous servons de fils de 65/100 de mm. de diamètre. Le prix des couples chromel-alumel est moins prohibitif que celui des couples platine-platine rhodié, et ils conviennent bien à la mesure des températures jusqu'à 1.000° C.

Notons aussi qu'à la température 1.000° C., un couple chromel-alumel développe 40 millivolts, alors qu'un couple platine-platine rhodié ne développe que 9 millivolts ; cette différence permettrait l'emploi d'un galvanomètre moins fragile que celui que nous avons choisi.

Jusqu'ici, nous avons de bons résultats avec les couples chromel-alumel ; nous nous proposons cependant, prochainement, d'essayer des couples A.T.E.-B.T.E. que P. Roederer signale meilleurs que les couples chromel-alumel.

Pour fabriquer les couples thermo-électriques, on coupe d'abord les fils sur 70 cm. de longueur ; le bout des fils qui sera connecté aux conducteurs est ensuite décapé au papier émeri fin. Pour ceci, on serre le fil à décaper sur un bord de table à l'aide d'un valet de mécanicien. Cette opération est plus facile à faire avant qu'après la soudure.

Il n'est pas nécessaire de décaper les bouts destinés à la soudure ; nous avons pu observer que *cela diminue la durée de vie des couples.*

Les deux fils à souder sont serrés côte à côte par les extrémités décapées sur un bord de table et on les dresse ensemble en les passant à travers un chiffon et en serrant fortement.

Après dressage, on refixe les deux fils l'un contre l'autre sous le valet de mécanicien, sur un bord de table, près des extrémités à souder, mais en les laissant dépasser de 2 à 3 cm. ; on tord les deux fils ensemble avec les doigts sur une longueur d'environ 2 cm., de façon très serrée.

Cette torsion rend le couple plus rigide, plus facile à manipuler et supprime les tractions près de la soudure.

Avec des ciseaux à tôle, on sectionne la partie torsadée d'un coup net, de façon à n'en laisser subsister qu'un bout de 1 cm.

On fixe les extrémités libres du couple ensemble par des morceaux de ruban collant pour le rendre plus maniable.

Le couple est alors prêt à être soudé. On a intérêt à préparer de cette façon plusieurs couples à la fois.

On emploie pour la soudure un chalumeau oxy-acétylénique muni d'un brûleur de petite dimension. *Le chalumeau doit être fixé à un établi, de façon que sa flamme soit horizontale.* Pendant la soudure, *c'est le couple qu'on tient à la main.*

On règle le brûleur de façon à avoir une flamme oxydante.

Pour la soudure, on se sert de *borax* comme fondant ; pour cela, on ajoute dans une capsule un peu d'eau à du borax en poudre jusqu'à avoir une masse pâteuse.

On trempe le bout torsadé du couple sur environ 1 mm. dans la pâte de borax, de façon à y accrocher une petite boule, et on porte

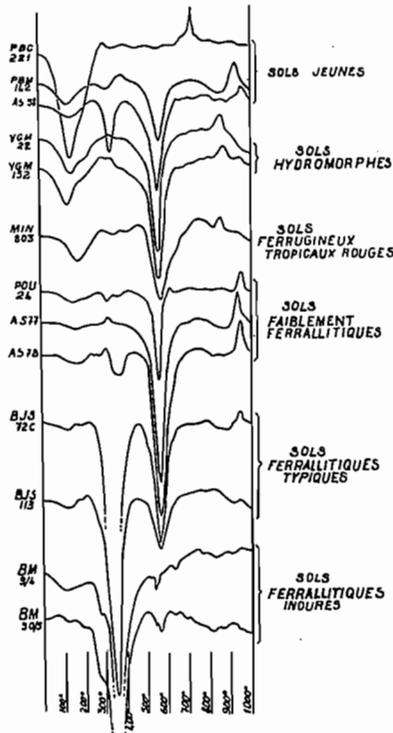


FIG. 8

cette extrémité immédiatement dans la partie la plus chaude de la flamme (le couple est tenu verticalement et descendu dans la flamme).

(Le fil alumel fond à une température plus basse que le fil chromel et, si on tenait le couple horizontalement, il coulerait).

En quelques secondes, il se forme une boulette de fusion à son extrémité et on retire le couple immédiatement de la flamme (voir photographie n° 5).

La soudure *doit être réussie du premier coup* ; en cas d'échec, il faut couper la partie dénaturée et recommencer, car une nouvelle tentative pour compléter l'opération donne à chaque coup un couple qui se comporte mal et qui dure peu.

On acquiert rapidement, après quelques essais, le coup de main qui fait réussir les soudures à chaque coup.

Remarques :

— Nous avons essayé d'abord des soudures en forme d'aiguille. Elles sont facilement réalisables, mais on obtient *difficilement* deux couples identiques.

— Des couples dont les fils avaient été décapés sur une longueur de 3 cm. avant la soudure se sont détériorés rapidement et se sont cassés *près* de la soudure à la base de la partie torsadée ; cela ne se produit pas avec des fils non décapés.

— Des soudures essayées sans borax ont été réussies, mais avec beaucoup plus de difficultés.

— Les connections entre les couples et le galvanomètre sont assurées par du fil de cuivre à brins multiples de 2 mm. de section totale conductrice, recouvert de gaine plastique.

— Les fils des couples sont à la sortie du tube porte-échantillon recouverts de gaine isolante.

— Les connections sont assurées par des barrettes de raccord à pression.

Matériel à prévoir :

- un poste à souder oxy-acétylénique ;
- quelques mètres de fil chromel et de fil alumel de 65/100 de mm. de diamètre ;
- papier émeri fin ;
- un valet de mécanicien ;
- des ciseaux à tôle ;
- ruban collant scotch ;
- du borax.

III) Préparation des échantillons Aperçu sur les résultats obtenus

A. — Préparation des échantillons.

Les extraits d'argile ou les échantillons de terre totale destinés à l'analyse sont broyés au mortier d'agate et passés au tamis A.F.NOR. n° 24.

On étale l'échantillon sur un verre de montre et on le place, dans un appareil dessiccateur contenant de l'eau.

On laisse séjourner l'échantillon deux jours dans l'atmosphère saturée de vapeur d'eau. Après ce traitement, on place les échantillons dans une étuve réglée à 40° C., et on les sèche trois jours.

B. — *Rendement de l'appareil.*

L'appareil équipé de trois fours permet de faire une analyse toutes les deux heures.

C. — *Résultats obtenus.*

Nous reproduisons dans la figure n° 8 un certain nombre de courbes qui sont la reproduction exacte des clichés photographiques obtenus.

G. SIEFFERMÁN, *pédologue.*

J. SUSINI, *chimiste, O.R.S.T.O.M.*

BIBLIOGRAPHIE

- Mlle S. CAILLÈRE et S. HÉNIN. — Application de l'analyse thermique différentielle à l'étude des argiles des sols. *Ann. Agro.*, 1947 (1^{er} trim.).
- R. E. GRIM. — *Clay Mineralogy*, 1953, p. 384, Mc Graw Hill, Publishing Company Ltd., London.
- Gérard HIRNE et Ch. LAMY. — Identification des argiles par l'analyse thermique différentielle. *Bulletin de la S.F.C.*, 1951, n° 10.
- W. S. SMOTHERS et Yao CIANG. — *Differential Thermal Analysis, Theory and practice*, Chemical publishing Co. inc., New-York.
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CÉRAMIQUE. — Dispositif d'analyse thermique différentielle. *Bulletin de la S.F.C.*, 1957, n° 181057.
- P. ROEDERER. — A propos de l'appareil d'analyse thermique rapide « Eberbach ». *Centre Rech. Agr.*, Rabat, 1956.

**Liste des fournisseurs
et devis approximatif des fournitures**
(Tarif de 1957, en francs Métro)

Société des fours Culmann, 20, rue des Gravières, Neuilly-sur-Seine.

- 3 fours électriques pour température jusqu'à 1.100° C., longueur 35 cm., diamètre intérieur 4 cm., diamètre extérieur 8 cm. Tension 110 volts, ampères 8 les trois 9.360

<i>Société Chauvin-Arnoux</i> , 190, rue Championnet, Paris, 18°.	
— 12 mètres de fils nus, chromel-alumel, diamètre 65/100 de mm.	2.940
— une paire de cordons compensateurs n° 45 A sous gaine métallique, longueur 2,5 m., pour les couples chromel-alumel du pyromètre enregistreur	2.088
— 4 rouleaux papier diagramme type R.P. 60 pour pyromètre enregistreur	1.960
— 5 rubans encres type R.P. violets	1.425
— 1 pyromètre enregistreur type R.P., boîtier saillié, déroulage et moteur d'entraînement par mouvement d'horlogerie, remontage manuel, monocourbe, gradué de 0 à 1.000 C. pour couple chromel-alumel	156.470
<i>Société S.E.C.A.R.</i> , 1, rue Foucault, Paris, 16°.	
— 50 kg. de ciment « fondu Lafarge »	1.604
— 50 kg. de Chamotte, granulométrie la plus fine (0-0,2 mm.)	685
<i>Société Ferrix</i> , avenue Ferrix (98, avenue St-Lambert), Nice (A.-M.).	
— 1 alternostat C.O. 27-3, 127 V., portatif, n° 30-402.924	40.923
<i>Société des Moteurs Electriques Vassal</i> , 13, rue Henri-Regnault, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).	
— 1 moteur 8.R.2, N 6000, 0,1 tour/minute, monophasé, 115 volts, 50 périodes.	
— 1 condensateur 3 micro F., 300 volts	24.000
<i>Etablissements Quartex</i> , 184, rue Nationale, Paris, 13°.	
— 4 mètres de tubes pour couples thermo-électriques en quartz opaque, diamètre 3 mm., section cylindrique L. 1 M., 2 trous	3.048
— 1 mètre de tube en quartz opaque, diamètre extérieur 38 mm., diamètre intérieur 35 mm., coupé en trois morceaux d'environ 33 cm.	9.543
<i>Société S.E.F.R.A.M.</i> , 74, rue de la Fédération, Paris, 15°.	
— 1 galvanomètre G. 1 D., n° 209	26.050
— 1 lampe « spot »	12.075
	<hr/>
	292.245

RECHERCHES ET ETUDES CAMEROUNAISES

Sommaire

Nouveau départ	3
R. Masseyoff, M.-L. Piermé, B. Borge- ret. — Une enquête sur l'alimentation dans la région de Batouri	6
P. Harter. — Les courses de pirogues coutumières chez les Duala	71
J. Mouchet et J. Garlou. — Anophé- liasse et paludisme dans le départe- ment bamiléké	92
F. Ségalen. — Dix ans de pédologie au Cameroun	115
G. Stieffermann et J. Susini. — Appa- reil d'analyse thermique différentielle réalisé au laboratoire de pédologie de l'I.R.C.A.M.	123

CHRONIQUE

1960

1