

Bischmuth

CARDON. Daniel

RAPPORT DE FIN DE SCOLARITE

1970

CHAPITRE III

ETALONNAGE DE LA SONDE A NEUTRONS
SUR LE SOL D'ADIPODOUME

1 JUL 1974

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

B6849 Agr

La réponse de la sonde à neutrons, principalement fonction de la quantité, d'hydrogène contenu par le matériau exploré, varie également en fonction des autres éléments ; certains d'entre eux peuvent même en faibles proportions, jouer un rôle important (bore titane, ...). Il est donc nécessaire d'établir un étalonnage pour chaque sol étudié.

A Adiopodoumé où la sonde est utilisée depuis plus de 5 ans l'étalonnage chimique réalisé à Cadarache suivant la méthode de MR COUCHAT⁽¹⁾, se trouve en désaccord total avec les étalonnages de terrain réalisés par MM. TALINEAU et HUTTEL le premier à Adiopodoumé et le second dans la forêt toute proche du Banco.

Une troisième méthode d'étalonnage, faisant appel aux propriétés du sol comme ralentisseur de neutrons est actuellement en cours de mise au point par M. MOUTONNET à Madagascar⁽²⁾. C'est pourquoi, avec M. MARINI (laboratoire des Radioisotopes à Adiopodoumé) et en liaison avec M. MOUTONNET nous avons décidé d'appliquer conjointement ces trois méthodes d'étalonnage sur des échantillons prélevés à Adiopodoumé, le même jour et en un même point.

x

x x

L'étalonnage chimique et l'étalonnage empirique de M. MOUTONNET ne nécessitant que des prélèvements de sol c'est surtout la conduite de l'étalonnage sur le terrain qui a retenu notre attention. Dans ce dernier on relie les mesures neutroniques aux humidités pondérales obtenues par prélèvements à la tarière.

Les mesures neutroniques (voir Annexe I) ont été effectuées de façon très soignée, sur un tube implanté depuis plus de 2 mois et en un endroit reconnu pour son homogénéité et sa représentativité de l'ensemble du terrain de la ferme. Sitôt cette série de mesures terminée des prélèvements à la tarière ont été effectués autour du tube, à raison de 6 prélèvements au minimum par niveau étudié. L'opération s'est déroulée de 6 H à 9 H sur un terrain sec au moins en surface par conséquent aucun mouvement d'eau n'en a perturbé le déroulement.

Remarque - les traits horizontaux encadrant en Annexe I les valeurs mesurées indiquent pour chaque mesure l'épaisseur à laquelle elle s'applique.

La réponse de la sonde à neutrons rend compte de l'humidité volumique; pour relier les comptages par seconde aux humidités pondérales, il était donc nécessaire de connaître les densités de sol aux différents niveaux. Pour cela nous avons creusé une fosse à 1 m du tube environ et effectué ces mesures par 2 méthodes différentes

- 1) au densitomètre à membrane
- 2) à l'aide du densimètre : D.R. 18

Pour des raisons techniques les mesures au densitomètre ont été faites tous les 10 cm. Celles au D.R. 18 tous les 20 cm. Chaque mesure a été plusieurs fois reproduite et doublée d'une mesure d'humidité pondérale.

Enfin la sonde mesurant indistinctement l'eau de constitution et l'eau non liée une analyse des prélèvements à la tarière a été effectuée pour obtenir

- 1) la perte au feu
- 2) l'eau de constitution
- 3) le pourcentage de matière organique.

Les résultats de cette analyse étant nécessaires à l'appréciation des autres mesures c'est d'elle que nous parlerons en premier lieu.

En Annexe II(a) nous avons comparé aux différents niveaux la moyenne des mesures de perte au feu à la somme :

eau de constitution + matière organique.

Sauf pour une valeur (1,8 m) l'accord est excellent.

Au voisinage de la surface on peut attribuer le fort pourcentage d'eau de constitution à la présence de matière organique tandis qu'en profondeur il est relié à la teneur en argile.

(Annexe II(b).)

La connaissance de l'humidité pondérale et de l'eau de constitution nous a permis de tirer parti des mesures effectuées au densimètre . (les valeurs obtenues sont consignées en Annexe I). A des fins de comparaison nous avons calculé par tranche de 20 cm la moyenne des mesures effectuées au densitomètre à membrane ; l'accord entre les 2 séries de valeurs est en général satisfaisant (Voir Annexe I) : seule la tranche 1 m - 1,2 m fait exception.

En effet, la dispersion des mesures y était telle, que nous avons adopté comme valeur de la densité la moyenne de toutes les mesures de densité réalisées à ce niveau.

Il nous restait à calculer l'humidité volumique H_V au niveau des mesures effectuées à la sonde. Dans un premier temps nous avons calculé la somme :

$$H_V + \text{eau de constitution} \\ (\text{colonne } * \text{ Hp} + \text{eau de constitution de l'Annexe I})$$

Puis nous avons estimé cette somme au niveau des mesures neutroniques ;

(colonne ** Hp + eau de constitution de l'Annexe I)
la connaissance de la densité nous a alors permis de passer aux H_V .

Les comptages neutroniques ont été pondérés pour correspondre à ceux que donnerait une sonde comptant 1000 impulsions par seconde dans l'eau. Nous avons ensuite en Annexe III comparé ces valeurs aux humidités volumiques.

La courbe d'étalonnage obtenue est une droite d'équation :

$$N = 15,66 H_V - 45,0$$

Soit un coefficient α égal à 15,66

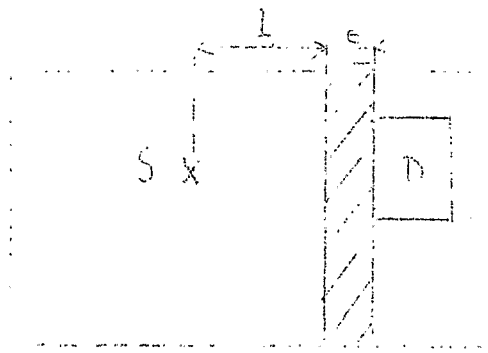
Le coefficient de corrélation ρ est remarquable (0,99) ; néanmoins le nombre de points est insuffisant pour nous assurer une grande précision. En particulier il suffirait que la sonde présente une dérive de 5 % entre le moment des mesures de point eau et celui des mesures sur le terrain, pour que α varie de près d'une unité et cela sans pour autant modifier la valeur de ρ . La même remarque peut d'ailleurs s'appliquer au densimètre γ . Il faut donc considérer cet étalonnage comme un pis-aller en attendant des résultats plus précis par une autre méthode.

x

x x

Parallèlement à cette étude de terrain, M. MARINI (laboratoire des Radioisotopes d'Adiopodoumé), à partir des prélèvements de terre effectués aux différents niveaux a tenté de réaliser un étalonnage empirique par une méthode nucléaire dont le principe est exposé ci-après :

Le schéma ci-contre résume très succinctement le dispositif adopté.



Un flux de neutrons lents incidents est en partie thermalisé par la traversée d'une épaisseur (e) du terrain considéré. La réponse d'un détecteur (D) de neutrons thermiques permet par comparaison avec des sols connus de trouver l'étalonnage recherché.

Pour obtenir les neutrons lents on place une source de neutrons rapides dans l'eau à une distance (L) de la tranche de sol étudiée.

Ce montage analogue au montage "Sigma A" de M. MOUTONNET⁽²⁾ en est encore à sa phase de mise au point ce qui explique l'importance des variations enregistrées lorsqu'on fait varier (e) et (L)

Remarque : Sur le tableau ci-dessous ne figure qu'une seule suite de valeurs de N correspondant à une géométrie donnée de l'appareil, mais d'autres essais sont en cours.

| | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|---------|---------|
| Profondeur en cm | 0-20 | 20-60 | 60-100 | 100-140 | 140-180 |
| | 14,48 | 14,07 | 14,48 | 14,48 | 14,22 |

En ce qui concerne l'étalonnage chimique, les analyses de sol ont été faites à Adiopodoumé puis leurs résultats envoyés au Centre d'Etudes Atomiques de Cadarache. L'étalonnage correspondant ne nous ayant pas encore été retourné nous communiquerons les anciennes valeurs pour une densité sèche de 1,5.

| | | |
|-------------|------------------------|---------------------|
| | H_V de 9 à 36 % | H_V de 15 à 42 % |
| Adiopodoumé | $N = 10,80 H_V - 11,5$ | |
| Banco I | $N = 10,65 H_V - 13$ | $N = 12,7 H_V - 40$ |
| Banco II | $N = 10,55 H_V - 13$ | $N = 11,6 H_V - 30$ |

Enfin pour mémoire mentionnons les étalonnages de terrain de MM. TALINEAU et HUTTEL.

Pour ses mesures M. TALINEAU a adopté comme droite d'étalonnage

$$N = 15,95 H_v - 16,43 \quad 3)$$

Quant à M. HUTTEL il donne les droites d'étalonnage sui-

vantes BANCO I : $N = 16,2 H_v + 2,74 \quad 4)$

BANCO II : $N = 14,96 H_v + 39,09$

x

x

x

L'ensemble des résultats obtenus ne permet malheureusement pas de solutionner le problème et le débat reste ouvert. En particulier si la méthode de M. MOUTONNET nous paraît séduisante des difficultés de mise en oeuvre qui seront probablement surmontées par la suite n'ont pas permis aux radioisotopes d'avoir des résultats parfaitement reproductibles. Néanmoins dans le cas précis du sol d'Adiopodoumé les valeurs obtenues par cette méthode confirment notre désaccord avec celles données par l'étalonnage chimique.

Pour notre part, nous pensons que l'étalonnage sur le terrain malgré son imprécision est, dans le cas présent, le plus proche de la réalité. En particulier il est remarquable que les coefficients donnés par MM. TALINEAU et HUTTEL, sans tenir compte de l'eau de constitution, soient très proches de celui que nous avons obtenu. C'est pourquoi en attendant une mise au point définitive par la méthode MOUTONNET nous adopterons pour nos mesures la formule empirique.

$$N = 15,66 H_v - 45,0$$

BIBLIOGRAPHIE

(1) - COUCHAT (P.) 1968.-

Détermination de la courbe d'étalonnage de l'humidimètre à neutrons à partir de l'analyse chimique des sols.

"Isotope and radiation techniques in soil physics and irrigation studies "Symposium I.A.E.A.".

Istamboul 1967, 67-82.

(2) - Communication écrite de M. MOUTONNET (laboratoire de Radioisotopes du Centre O.R.S.T.O.M. de Tananarive).

(3) - Communication orale de M. TALINEAU (laboratoire d'Agronomie d'Adiopodoumé).

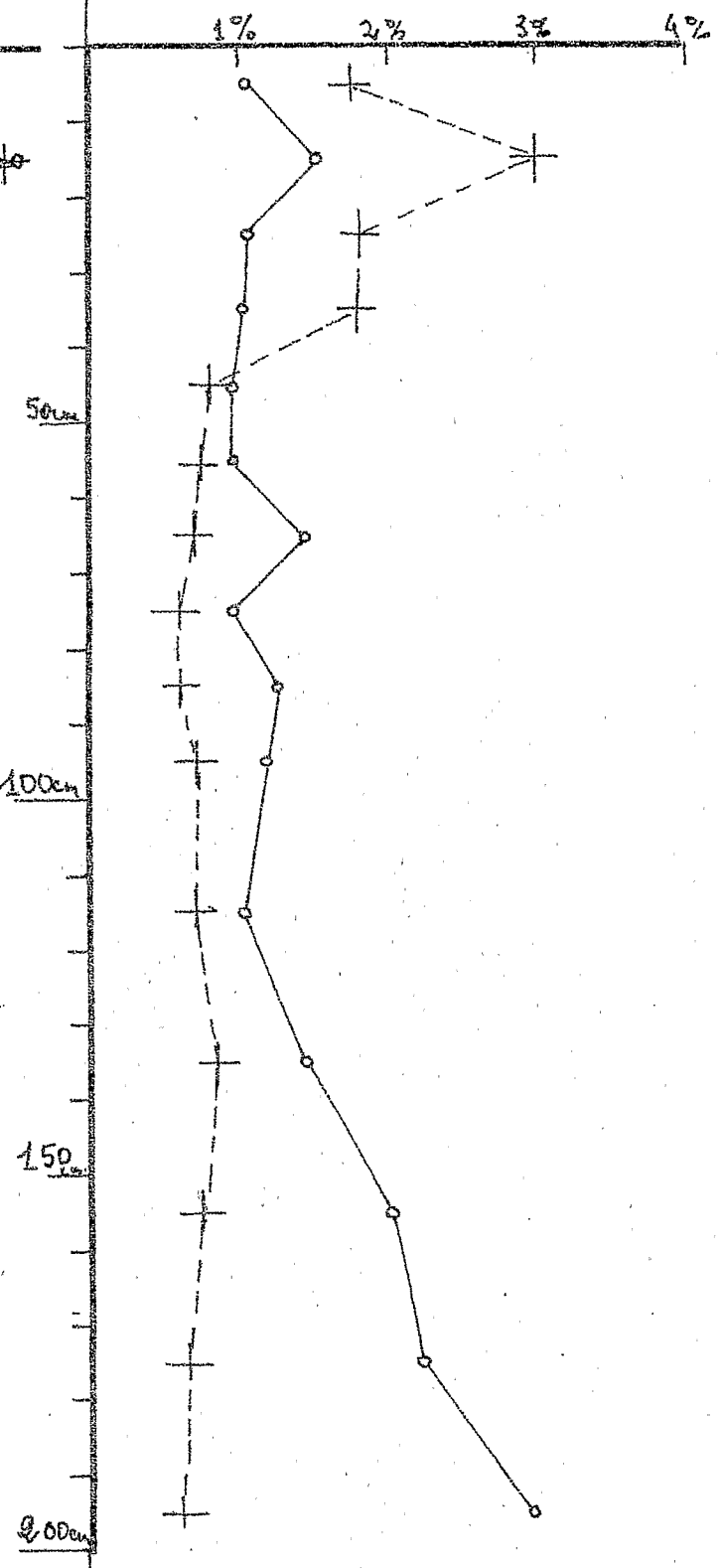
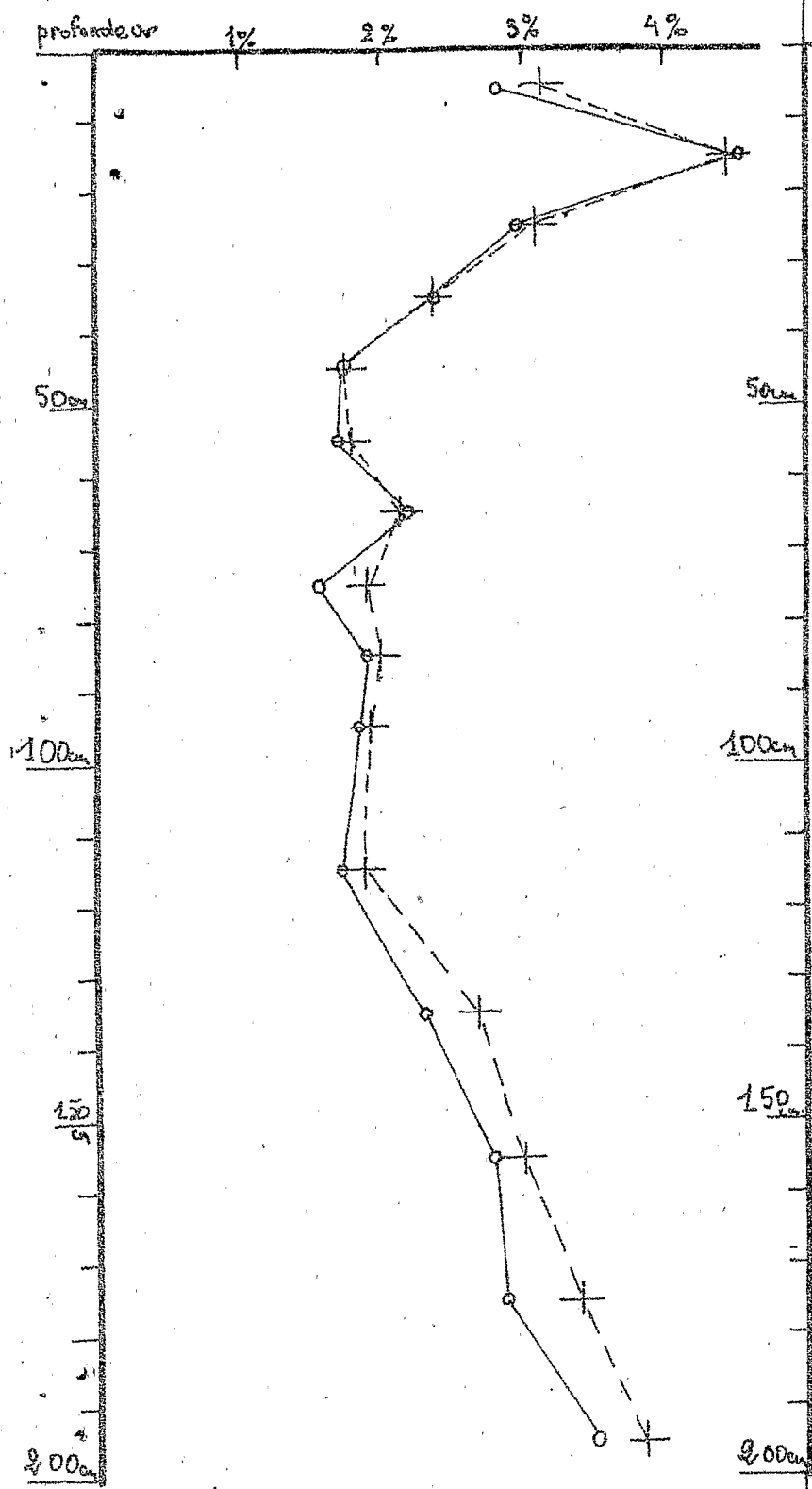
(4) - Communication orale de M. HUTTEL (laboratoire de Botanique d'Adiopodoumé).

ETALONNAGE FERME DU 1.2.1971

| Profondeur en cm | Comptages pour une sonde donnant 1000/S impulsions dans l'eau | Humidité pondérale H _p en % | Eau de Constitution en % | * H _p + Eau de Constitution | ** H _p + Eau de Constitution | Densité Densimètre ρ | Densité Moyenne Densitomètre à membrane | H _v en % Humidité volumique |
|------------------|---|--|--------------------------|--|---|---------------------------|---|--|
| 10 | 77,8 | 5,62 | 1,06 | 6,68 | | 1,53 | 1,53 | |
| 20 | 117,5 | 7,74 | 1,53 | 9,27 | | | | |
| 30 | 125,3 | 6,13 | 1,13 | 7,26 | 7,3 | 1,42 | | 10,5 |
| 40 | 130,0 | 6,27 | 1,08 | 7,35 | | | | |
| 50 | 127,5 | 6,15 | 0,96 | 7,11 | 7,1 | 1,60 | 1,57 | 11,3 |
| 60 | 119,5 | 6,21 | 0,90 | 7,11 | | | | |
| 70 | 115,0 | 5,97 | 1,47 | 7,44 | 7,0 | 1,49 | 1,44 | 10,6 |
| 80 | 119,7 | 5,79 | 0,94 | 6,73 | | | | |
| 90 | 124,8 | 6,13 | 1,28 | 7,41 | 7,5 | 1,50 | | 11,3 |
| 100 | 128,0 | 6,39 | 1,17 | 7,56 | | | | |
| 110 | 137,2 | | | | 7,5 | 1,60 | | 12,0 |
| 120 | 169,8 | 6,52 | 1,01 | 7,53 | | moyenne des mesures | | |
| 130 | 191,6 | | | | 9,25 | 1,59 | 1,53 | 14,7 |
| 140 | 215,2 | 8,35 | 1,45 | 9,80 | | | | |
| 150 | 241,8 | | | | 11,6 | 1,56 | 1,53 | 17,9 |
| 160 | 268,0 | 10,15 | 2,02 | 12,17 | | | | |
| 170 | 286,3 | | | | 13,9 | 1,54 | 1,53 | 21,4 |
| 180 | 316,0 | 12,0 | 2,45 | 14,45 | | | | |
| 190 | 325,2 | | | | 15,7 | 1,54 | 1,51 | 23,9 |
| 200 | 332,2 | 13,0 | 2,91 | 15,91 | | | | |

a)

b)



+---+ perte au feu
 o---o eau de constitution +
 matière organique

+---+ matière organique
 o---o eau de constitution

