POSSIBILITÉ DE CONSERVATION DE L'HUMIDITÉ DANS LES SOLS PENDANT LA SAISON SÈCHE INFLUENCE CORRÉLATIVE SUR LE DEGRÉ D'AMEUBLISSEMENT DU SOL

par

PH. GAUDEFROY-DEMOMBYNES et C. CHARREAU

Ingénieur Agricole
CRA Bambey

Ingénieur Agronome
CRA Bambey
(Institut Recherches agronomiques
Tropicales et des Cultures Vivrières)

INTRODUCTION

L'existeuce d'une saison sèche marquée constitue pour l'agriculture des pays sahélo-soudanniens un sérieux handicap et un facteur limitant de la production. Plus longue et plus aride est cette saison, plus grandes sont les difficultés auxquelles se heurte la vie agricole.

Dans la région de Bambey la saison sèche présente une durée de sept à huit mois et une aridité quasi absolue, ainsi qu'on peut s'en rendre compte d'après le tableau 1. Pendant cette période le sol, généralement mal protégé des ardeurs solaires par une végétation réduite à l'état de chaumes, est soumis à une dessiccation intense. Outre les effets néfastes que cette dessication entraîne pour la vie microbienne et le dynamisme des éléments chimiques du sol (1), deux conséquences en découlent qui sont particulièrement sensibles à l'agronome :

le déficit d'humidité des couches de terre accessibles aux racines ;
le durcissement de l'horizon superficiel.

Le déficit d'humidité des couches supérieures du sol, généralement très prononcé, interdit ou limite fortement le développement végétatif de la plupart des plantes cultivées. C'est une des raisons, pour lesquelles il a été difficile, jusqu'à présent, d'introduire la pratique de véritables cultures dérobées, cultures dont l'intérêt n'est plus à souligner.

Note de la Rédaction. — Les articles publiés dans *L'Agronomie Tropicale*, quelle que soit la personnalité ou la fonction de leur auteur, n'expriment qu'une opinion personnelle et ne sauraient être considérés comme une indication de la politique ou des intentions du Département.

Le durcissement de l'horizon superficiel est un phénomène observé dans nos régions pendant toute période de sécheresse ; son intensité varie avec la teneur en argile des terres, mais il se produit, même pour des sols comportant plus de 95 % de sable en surface, au point de constituer un sérieux obstacle à la préparation des terres en fin de saison sèche et aux travaux de récolte en fin de saison des pluies.

Cette étude montre qu'un moyen efficace pour atténuer ce durcissement consiste en un ameublissement poussé de l'horizon superficiel, effectué à une date convenablement choisie en fin de saison des pluies ; cette pratique présente en outre l'avantage appréciable de conserver une humidité satisfaisante dans les couches profondes du sol.

TABLEAU I. — DONNÉES CLIMATOLOGIQUES DE LA RÉGION DE BAMBEY

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
P en mm	0,2	0,4	0,4	0,0	2,5	35,0	123,0	240,1	171,0	49,7	4,2	3,9	631,2
$\overline{T}_x$	34,0	35,7	38,8	38,9	39,7	38,4	35,7	32,8	33,4	36,4	36,7	34,1	36,2
$\overline{T}_n$	10,5	14,4	16,0	18,0	19,2	21,5	22,6	22,9	22,3	21,1	16,0	14,5	18,3
E	291,3	303,6	386,8	407,9	358,2	252,1	152,2	107,8	65,0	97,6	164,9	260,3	2.847,7

P = Précipitation en mm (Bambey 1920-1949).
$\overline{T}_x$ = Moyenne des températures maxima journalières (Diourbel 1946-1949, en degrés Celsius).
$\overline{T}_n$ = Moyenne des températures minima journalières (Diourbel 1946-1949, en degrés Celsius).
E = Evaporation en mm (Diourbel 1952, évaporomètre Lecourbet).

APERÇU SUR LES SOLS ETUDIÉS

Les terrains sur lesquels a eu lieu l'expérimentation ci-dessous exposée sont ceux du C R A de Bambey. Ils ont été décrits et étudiés par S. BOUYER (2), P. BONFILS et J. FAURE (3).

Nous ne reviendrons pas sur ces études, mais nous nous contenterons d'insister sur les caractéristiques de ces sols vis-à-vis de l'eau. Par ordre de teneur en argile croissante les différents terrains d'essai, désignés par leur dénomination vernaculaire se classent ainsi : Dior, Dek-Dior, Dek et Ban. Du point de vue de la pédogénèse les Dior, Dek et Ban représentent des types bien caractérisés, alors que le Dek-Dior n'est qu'une variation du type Dior.

1) Humidité équivalente et point de flétrissement

Nous avons effectué sur ces terres des mesures systématiques d'humidité équivalente par la méthode de Briggs et Lane (centrifugation pendant quarante minutes du sol humide avec une accélération égale à mille fois la valeur de g).

Les résultats moyens sont consignés dans le tableau ci-après.

Profondeur en cm	Sol Dior	Sol Dek-Dior	Sol Dek	Sol Ban
0-2	3,5	5,1	6,0	7,7
10-12	3,8	5,4	7,2	9,1
20-25	—	6,9	8,1	10,4
35-40	6,3	7,6	8,4	10,1
55-60	7,2	7,9	9,2	9,8
100	7,4	9,1	9,2	10,2

Il doit être complété des remarques suivantes :

a) Les valeurs trouvées sont environ 25 % plus faibles que celles indiquées par P. BONFILS et J. FAURE. Ce décalage s'explique par la différence des méthodes utilisées. La méthode de Briggs et Lane a l'avantage de présenter des résultats très reproductibles. La plupart des auteurs s'accordent à reconnaître que les chiffres obtenus par cette méthode concordent de façon satisfaisante avec les valeurs de la capacité de rétention au champ pour des terres de texture moyenne. Pour des sols très sableux, les chiffres d'humidité équivalente sont sensiblement inférieurs à ceux de la capacité de rétention. Dans la suite de l'exposé nous assimilerons cependant les valeurs d'humidité équivalente à celles de la capacité de rétention, considérant d'une part que les résultats demeurent très reproductibles, d'autre part que le coefficient correctif à adopter serait le même pour tous les sols étudiés et peu différent de 1.

b) Ces résultats représentent des moyennes. Nous citerons, à titre indicatif, les valeurs extrêmes observées pour l'échantillon de 10 à 12 cm. Il peut exister un intervalle de recouvrement entre les différents types de sols.

Profondeur en cm	Sol Dior			Sol Dek-Dior			Sol Dek			Sol Ban		
	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
10-12	3,17	3,77	4,87	4,15	5,37	6,35	6,84	7,16	7,54	7,63	9,11	10,59

c) Les valeurs de l'humidité équivalente sont en général croissantes avec la profondeur, ce qui s'explique par le lessivage d'argile propre à tous ces sols, sauf les sols Ban. Ces dernières n'ont d'ailleurs fait l'objet, ici, que d'un échantillonnage réduit ; les chiffres trouvés pour l'humidité équivalente ne représentent pas de moyennes valables pour l'ensemble des sols Ban, mais uniquement pour ceux qui ont été étudiés dans le cadre de cette expérimentation ; certains sols Ban présentent en effet des valeurs d'humidité équivalente beaucoup plus élevées.

Les déterminations des points de flétrissement n'ont pas été faites systématiquement. Cependant les quelques déterminations effectuées confirment et complètent les résultats obtenus par B. BONFILS et J. FAURE. Nous pouvons admettre les valeurs moyennes suivantes :

Profondeur en cm	Sol Dior	Sol Dek-Dior	Sol Dek
0-20	1,7	3,0	3,5
100	3,5	4,2	5,0

2) Profils hydriques observés pendant la saison sèche

Deux séries de mesures ont été faites : l'une à la date du 20 janvier 1958, c'est-à-dire pendant le premier tiers de la saison sèche, l'autre à la date du 24 avril, soit dans le dernier tiers.

Le tableau ci-après fournit, pour chaque type de sols, les résultats d'une série de mesures comportant : humidité équivalente, humidité au mois de janvier, humidité en avril. Les résultats pour un sol témoin y sont confrontés à ceux d'un sol voisin ayant subi des travaux d'ameublissement en fin de saison des pluies.

Sol	Profondeur en cm	Ban Humidité en %			Dek Humidité en %			Dek-Dior Humidité en %			Diar Humidité en %	
		Equiv.	Janv.	Avril	Equiv.	Janv.	Avril	Equiv.	Janv.	Avril	Equiv.	Avril
Témoin	0-5	6,0	1,0	0,6	6,7	0,6	0,6	4,5	0,7	0,5	2,8	0,2
	25	9,1	2,6	2,2	8,9	2,1	1,8	5,2	1,6	1,6	4,5	0,9
	50	8,6	4,8	3,4	10,2	3,8	3,9	6,0	3,6	3,8	5,7	1,8
	100	9,2	5,7	4,5	11,0	6,6	5,7	10,1	10,0	11,7	6,1	3,1
Travaillé	0-5	9,8	1,1	1,2	6,3	0,7	0,8	4,9	0,9	1,0	3,3	0,3
	25	11,1	6,6	5,1	8,2	5,1	3,0	5,5	6,9	4,6	4,6	1,8
	50	11,2	7,2	7,8	7,9	5,6	5,9	7,7	—	6,3	5,7	3,2
	100	11,2	8,2	9,0	8,5	10,5	7,2	13,3	13,5	9,1	5,7	3,9

On peut remarquer que :

a) Quelques anomalies peuvent être observées : chiffres d'humidité en avril supérieurs à ceux de janvier, chiffres d'humidité supérieurs à ceux de l'humidité équivalente. Il s'agit là de différences légères et inévitables du fait de l'échantillonnage (puisque les trois prises d'essai n'ont pu être faites rigoureusement au même emplacement) et de l'erreur sur la détermination de l'humidité équivalente. Ces anomalies ne sont pas telles qu'on ne puisse dégager quelques conclusions de ces résultats.

b) La comparaison des zones témoins et des zones travaillées en fin d'hivernage sera examinée en détail un peu plus loin. Il apparaît avec évidence que l'ameublissement de la couche superficielle en fin de saison des pluies a pour effet d'accroître sensiblement les teneurs en humidité des horizons situés en profondeur.

Mais la comparaison des zones témoins et des zones travaillées fait ressortir, en outre, que, dans les deux cas, les profils hydriques observés en avril sont comparables à ceux de janvier. Les chiffres sont très voisins surtout quand on dépasse une profondeur de 50 cm. Les pertes importantes d'humidité par évaporation se produisent donc dès le début de la saison sèche. Tout se passe comme si, à cette époque, se formait en surface une croûte de terre sèche impropre à la diffusion de l'eau et opposant une résistance à l'évaporation et à la succion radiculaire. Les profils hydriques se trouvent alors figés dans un état voisin de l'équilibre.

c) Dans les sols non travaillés, il apparaît que les teneurs en humidité dans les horizons superficiels sont inférieures ou égales au point de flétrissement, et cela dès le mois de janvier. Ce n'est guère que vers une profondeur de 40 cm que les chiffres atteignent ou dépassent ce point. A un mètre de profondeur, sauf dans quelques rares cas, la teneur en eau est encore sensiblement inférieure à la valeur de l'humidité équivalente.

Toute la couche de terre accessible aux racines des plantes herbacées subit donc un déficit en eau prononcé, et cela dès le début de la saison sèche.

HUMIDITÉ ET AMEUBLISSEMENT

Corrélativement aux mesures d'humidité, des études sur le degré d'ameublissement des mêmes sols pendant la saison sèche ont été effectuées en de nombreux points d'essai.

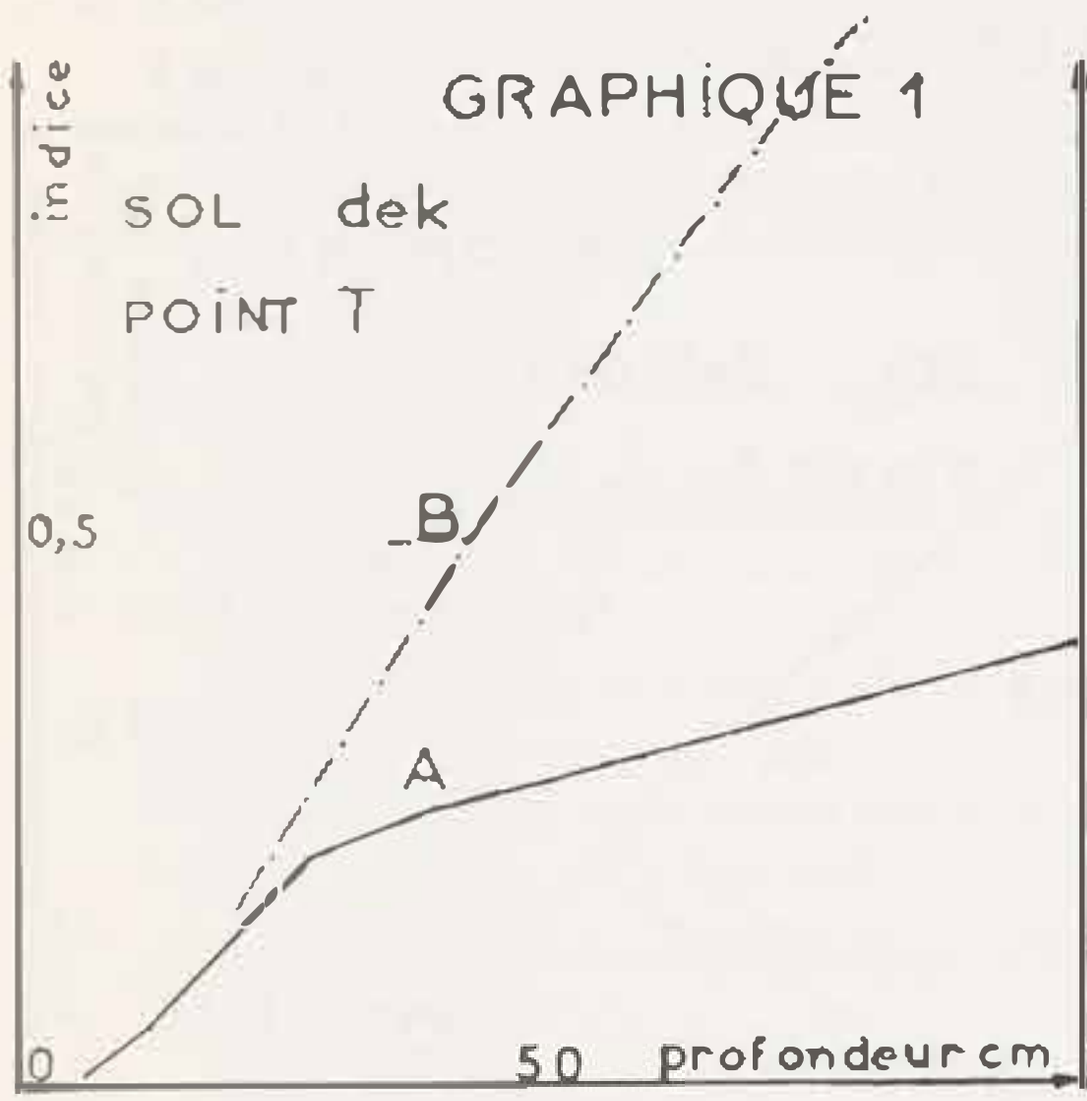
La méthode utilisée fut celle de la mesure de la résistance du sol en place à la pénétration, à l'aide d'un pénétromètre. Cet appareil, inspiré de la sonde dynamométrique de DEMOLON-HENIN, a été construit sur les indications de J. DUBOIS ; il se compose d'une tige métallique qu'un poids tombant en chute libre enfonce dans le sol ; l'enfoncement est mesuré après chaque percussion (3) et (4).

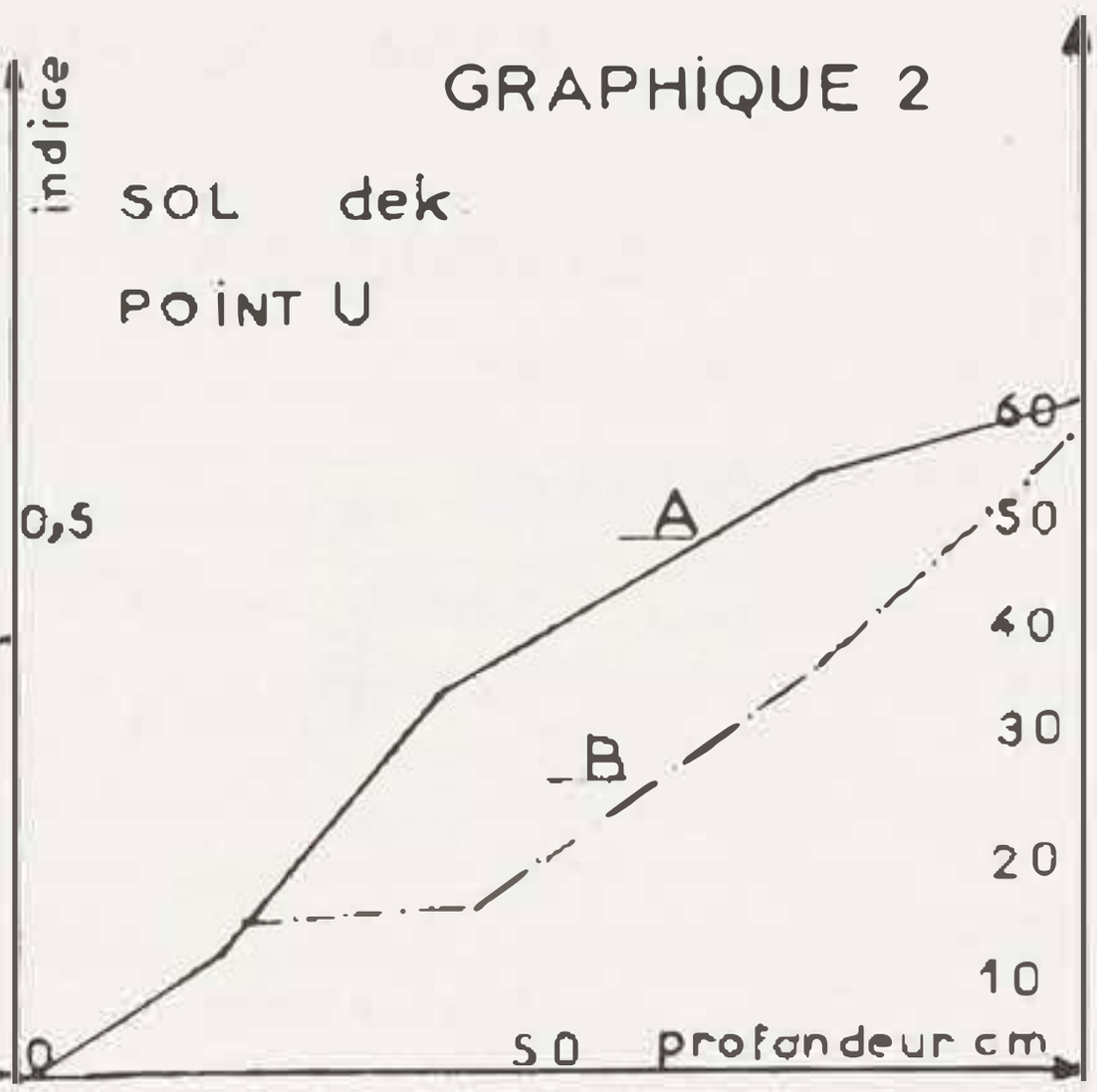
Les résultats donnés par cette méthode peuvent se reporter graphiquement de deux manières différentes. La plus simple consiste à porter en abscisse la profondeur de pénétration — c'est-à-dire le déplacement — et en ordonnée le nombre de coups, qui est directement proportionnel au travail effectué.

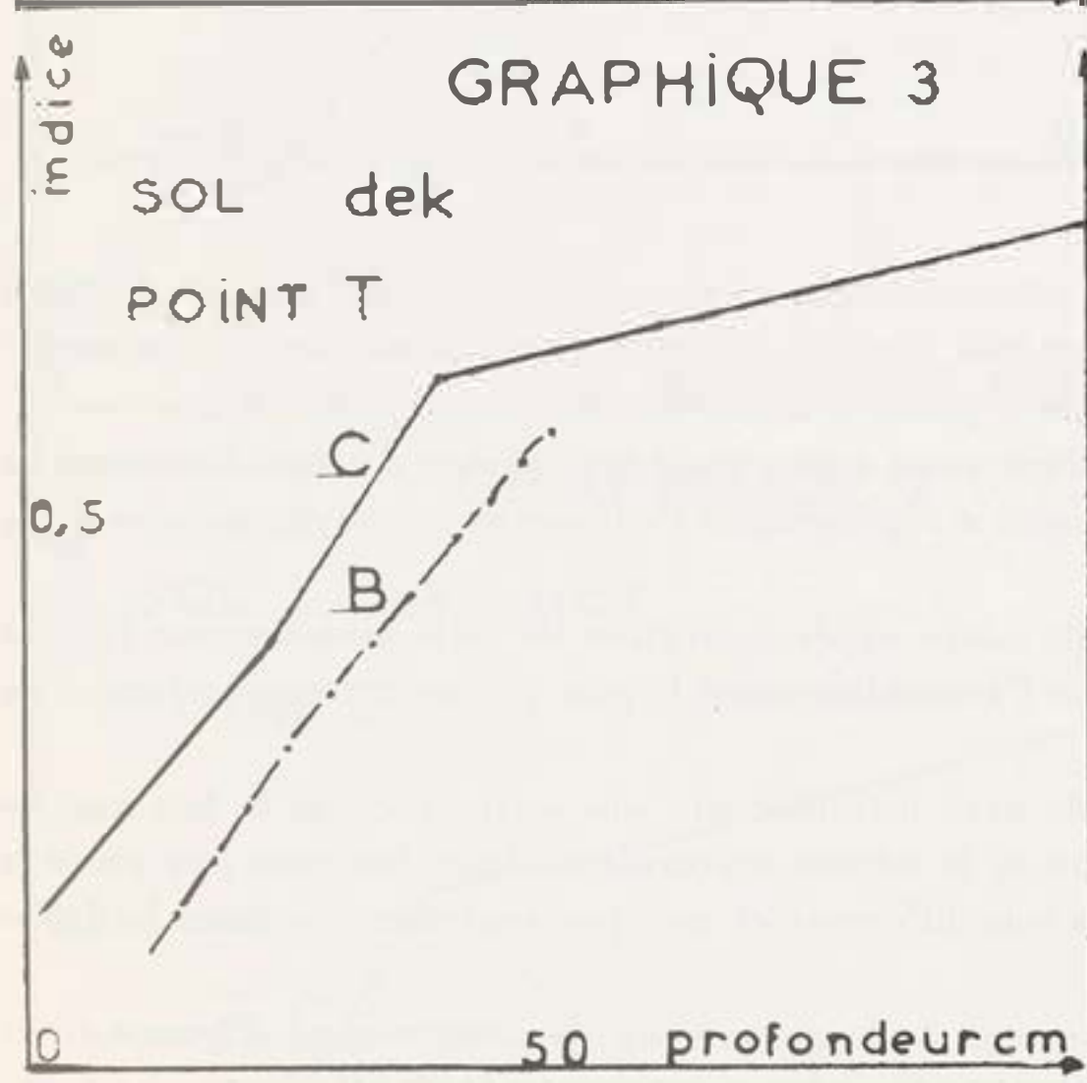
A = COURBE DE PÉNÉTROMÉTRIE

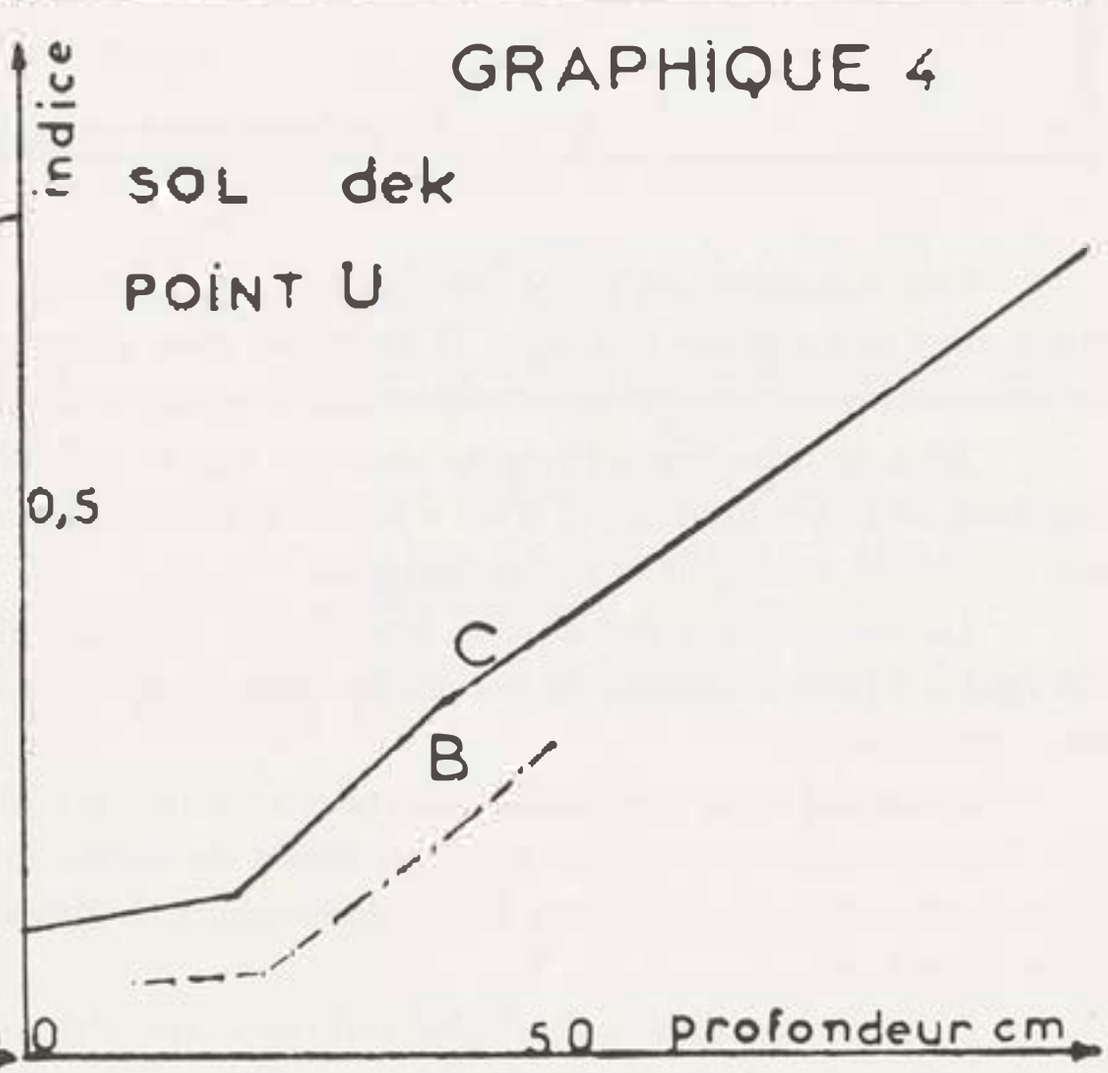
B = INDICE D'AMEUBLISSEMENT

C = INDICE D'HUMIDITÉ







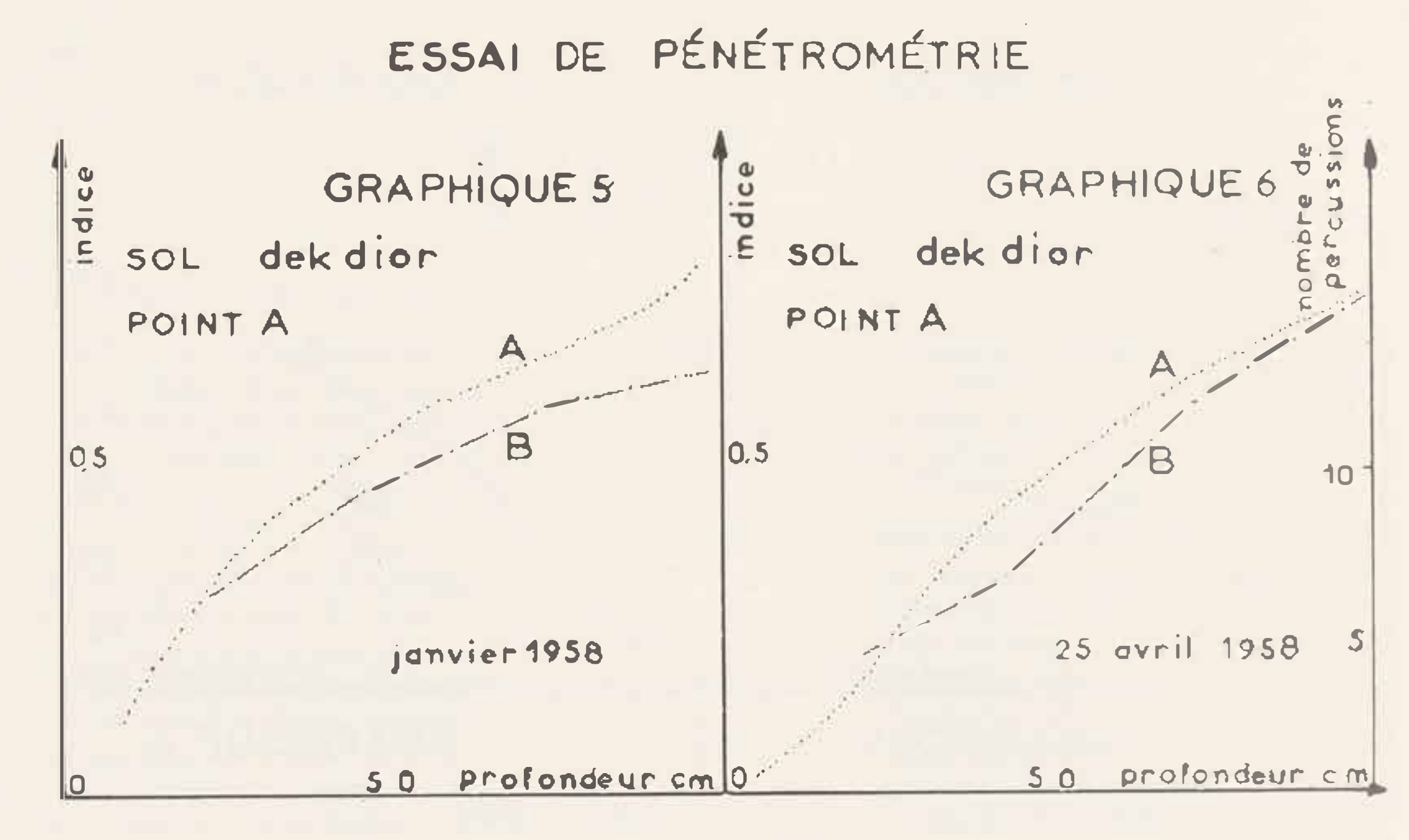


Les graphiques 1 et 2 présentent deux courbes de ce type obtenues pour un même sol (Dek) : courbes A.

Dans le premier cas le sol présente un ameublissement assez poussé puisque il suffit de quarante coups pour parvenir à une profondeur de 50 cm, dans le deuxième cas le sol offre au contraire une résistance notable à la pénétration puisque soixante-cinq coups sont nécessaires pour parvenir à la même profondeur.

Pour chaque point d'essai (une trentaine), trois courbes de ce type ont été dressées pour tenir compte de l'hétérogénéité du sol : elles offrent, en général, une bonne reproductibilité.

On pourra constater (graphiques 5 et 6) que les courbes, se rapportant aux essais effectués en avril, sont très voisines de celles obtenues en janvier pour le même emplacement. Ceci est à rapprocher de la similitude observée pour les profils hydriques de janvier et d'avril.



Une comparaison entre les résultats des mesures pénétrométriques et celles d'humidité permet d'établir entre elles une grande analogie. Il apparaît que, dans les sols étudiés, le degré d'ameublissement et la teneur en humidité des couches de terrains vont de pair, au moins à partir d'un certain niveau de profondeur.

Afin de faire ressortir cette analogie par le graphique nous avons tracé les courbes d'ameublissement en fonction de la profondeur et d'un « indice d'ameublissement » représentant l'enfoncement moyen au niveau du sol considéré multiplié d'une constante.

La constante a été choisie d'après les résultats de notre expérimentation de telle manière que l'indice fût égal à 1 pour l'horizon du sol qui se trouvait présenter l'ameublissement le plus poussé (exception faite d'un cas particulier).

L'emploi d'un coefficient constant et non variable avec les différents sols se justifie par le fait que les sols étudiés sont très voisins par leur mode de formation et la nature texturale de leurs horizons ; ce procédé permet en outre de comparer l'ameublissement de deux sols différents et non pas seulement de deux horizons d'un même sol.

Nous avons ainsi calculé les indices d'ameublissement à chaque niveau de prélèvement d'humidité et tracé en fonction de la profondeur les courbes correspondantes. Pour les vingt points d'essai il y a une évidente analogie entre la courbe d'ameublissement et celle des teneurs en humidité des différents horizons du sol. L'analogie est encore plus nette entre la courbe d'ameublissement relative $\frac{H}{HE}$,

où H = humidité à un niveau donné,

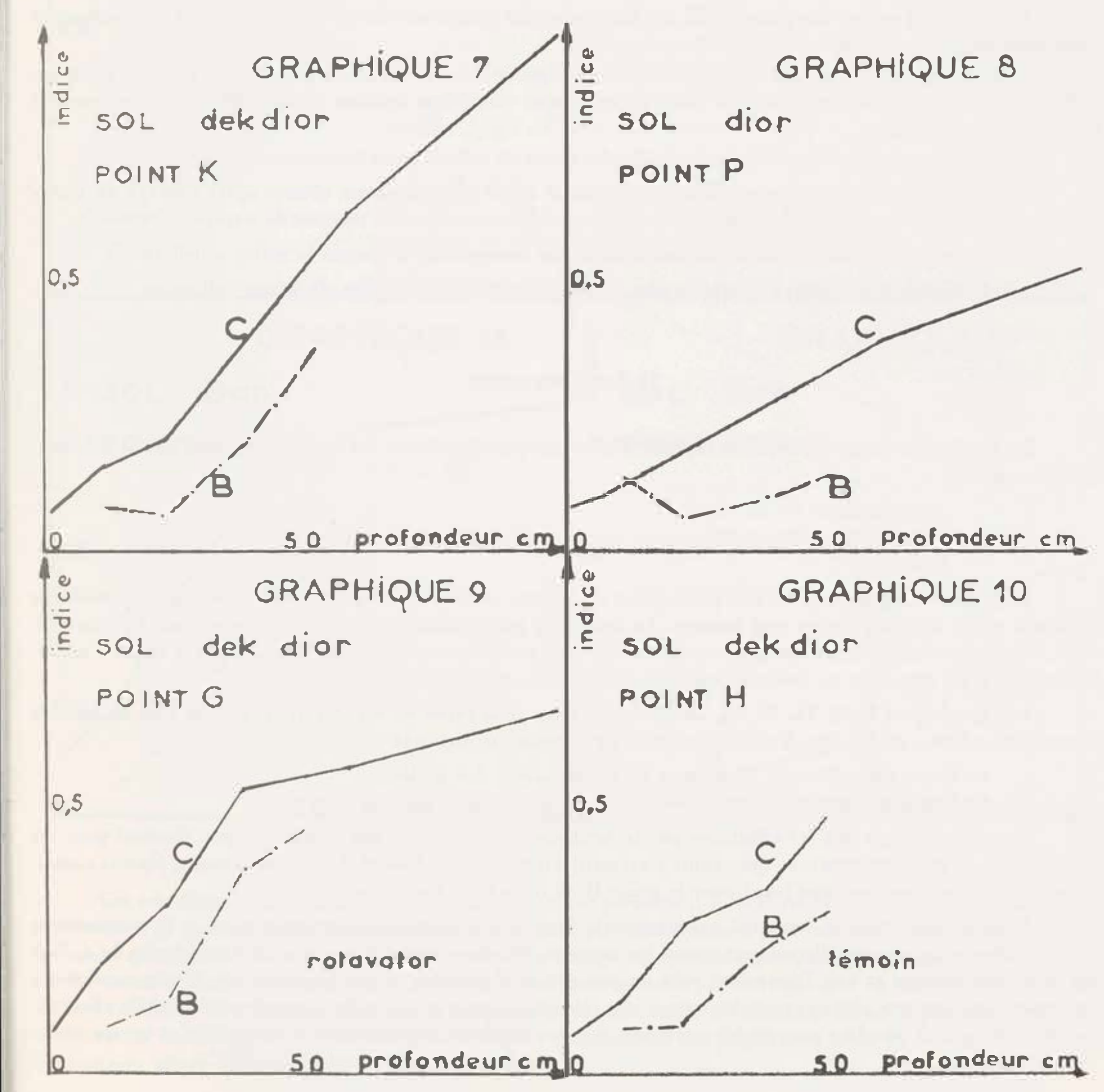
et HE = humidité équivalente au même niveau.

Cette valeur représente la quantité d'eau qui a été conservée dans l'horizon étudié par rapport à la quantité d'eau maxima que cet horizon pouvait retenir.

Les graphiques 3 et 4 illustreront ce qui vient d'être avancé. Il s'agit des deux points d'essai sur sol Dck dont on a présenté plus haut les courbes de pénétrométrie (graphiques 1 et 2).

Pour tous les points d'essai examinés, les courbes ont une allure croissante avec la profondeur. Les indices d'ameublissement n'ont été calculés qu'à partir de 11 cm, car, au-dessus de ce niveau, l'extrême hétérogénéité des résultats obtenus ne permet pas de calculer des moyennes satisfaisantes. Les niveaux supérieurs du sol doivent en effet être explorés avec une masse plus légère (2 kg) que celle qui est utilisée pour l'ensemble du profil (5 kg).

Il convient de noter que les courbes de pénétromètrie présentent très souvent un point d'inflexion, dans les limites de 15 à 20 cm. Il s'ensuit que les indices d'ameublissement calculés pour une profondeur de 22,5 cm sont souvent inférieurs à ceux du niveau 11 : les courbes d'ameublissement présentent alors un minimum au niveau 22,5. Or les courbes d'humidité relative ne présentent pratiquement jamais ce phénomène.



L'analogie entre les deux courbes n'est donc généralisable qu'à partir d'une profondeur d'environ 20 cm. A u-dessus de ce niveau il y a de fréquentes exceptions, traduisant le fait que le degré d'ameublissement n'est plus essentiellement fonction de l'humidité retenue par le sol, mais que d'autres facteurs interviennent pour augmenter cet ameublissement, et en particulier les façons culturales superficielles.

Les graphiques 7 et 8 montrent ce phénomène pour deux sols différents : Dek-Dior et Dior.

INFLUENCE DU TRAVAIL DU SOL SUR LA CONSERVATION DE L'HUMIDITÉ ET LE DEGRÉ D'AMEUBLISSEMENT

A la fin de la saison des pluies 1957, un Rotavator fut essayé sur divers terrains du C R A à enfouir la végétation en l'incorporant à l'horizon de surface.

Au cours du mois de janvier 1958, à l'occasion de reprises à la charrue, nous pûmes constater que le labour s'effectuait beaucoup plus facilement et dans de meilleures conditions derrière passage de Rotavator que sur terres voisines témoins.

Ce fut là le point de départ de notre étude. Au cours de celle-ci nous nous sommes efforcés de :

Comparer, par des déterminations chiffrées, le degré d'amélioration obtenu après passage du Rotavator à la fois au point de vue de l'humidité et de l'ameublissement sur des terrains de natures diverses.

Chercher s'il existait d'autres façons culturales susceptibles d'amener la même amélioration.

Délimiter quelle était l'époque la plus favorable pour l'exécution de ces façons culturales.

1) Le Rotavator

Le Rotavator est un instrument capable d'effectuer simultanément les trois principaux travaux de préparation du sol :

retournement de la terre,
pulvérisation des mottes,
hersage.

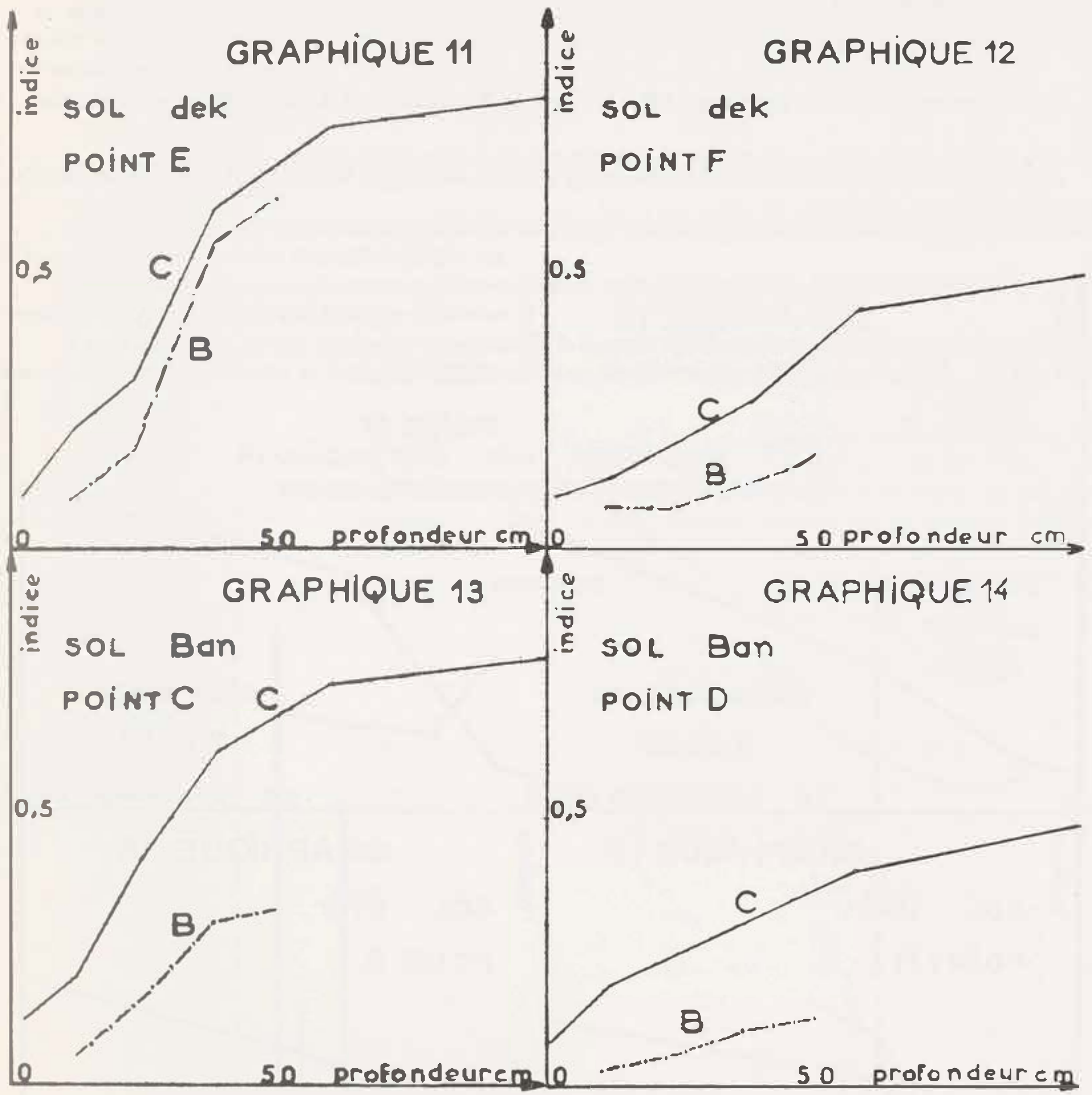
L'appareil était réglé pour une profondeur de 10 cm, mais en terrain déjà dur la couche travaillée ne dépassait pas 3 à 4 cm pour un seul passage. La finesse de pulvérisation, dépendant de la vitesse du tracteur, était, ici, très poussée. L'heureuse influence du Rotavator sur la conservation de l'humidité et le degré d'ameublissement a pu être misc en évidence sur tous les terrains expérimentés.

Les graphiques 9, 10, 11, 12, 13, 14, montrent pour trois types de sol Dek-Dior, Dek et Ban les courbes d'humidité relative et d'indice d'ameublissement dans deux cas distincts :

a) Zones travaillées au Rotavator en fin de saison des pluies.
b) Zones témoins non travaillées.

Ces comparaisons ont été effectuées par la méthode des couples en des points très peu distants pour un même sol (1 m au maximum), ce qui réduit fortement l'influence du hasard. Les zones témoins étaient constituées par des jachères fauchées (sauf pour le point H où la jachère était intacte).

Pour les sols Dior, le dispositif expérimental, dont nous disposions, ne se prêtait pas à la comparaison par la méthode des couples. Cependant toutes les mesures, que nous avons pu faire en divers endroits du C R A sur sols Dior témoins et sols Dior ayant subi un passage de Rotavator en fin de saison des pluies, confirment nettement les résultats obtenus pour les autres sols : là aussi la pulvérisation de la couche superficielle effectuée par le Rotavator à une date convenable se traduit par une meilleure conservation de l'humidité et un ameublissement plus poussé.



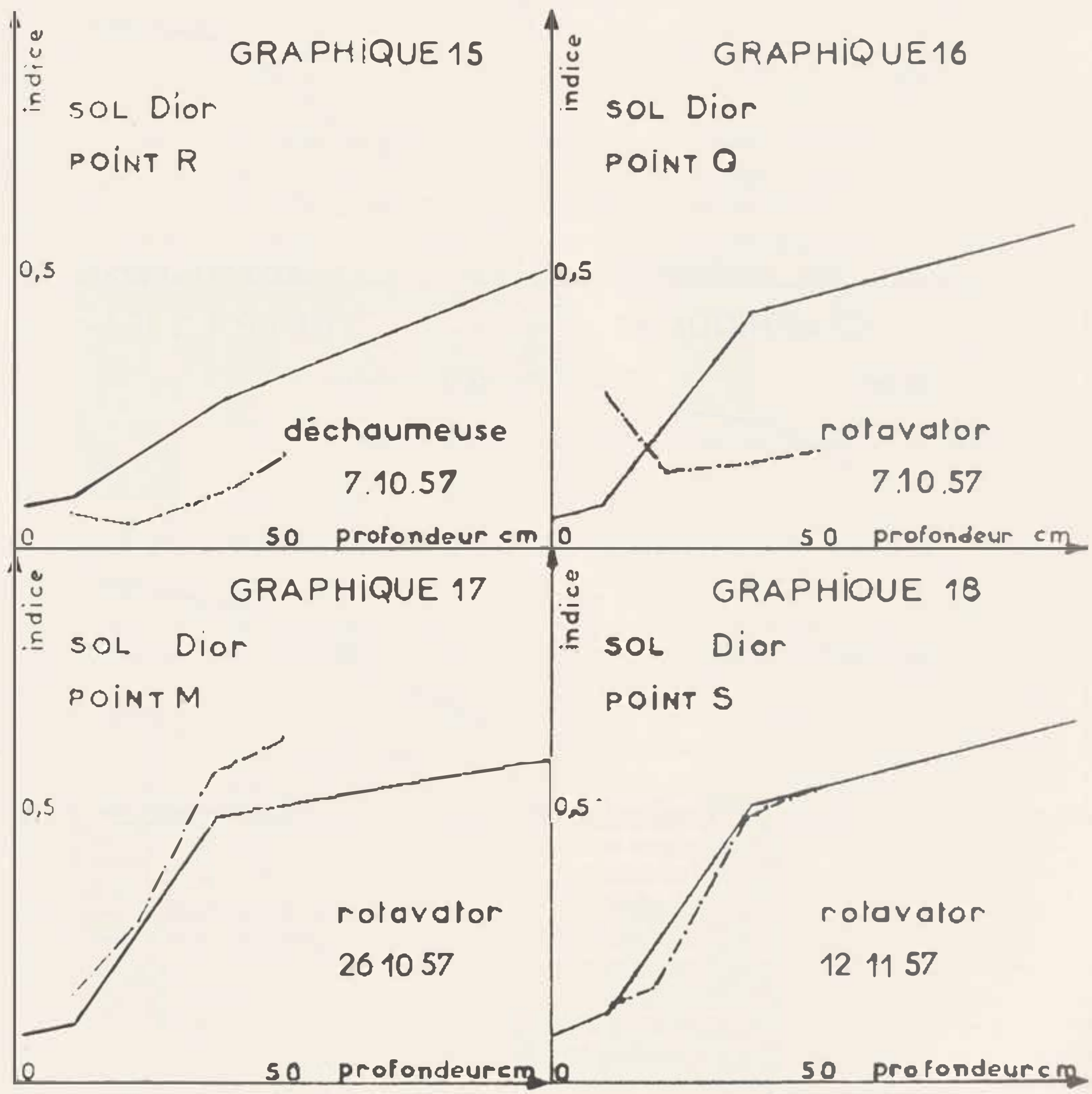
Ces sols étant, parmi tous les sols étudiés, ceux qui présentent la texture la plus sableuse, on aurait pu s'attendre à ce que leur ameublissement soit plus poussé que celui de terres plus lourdes. Ceci est vrai la plupart du temps quand les façons culturales subies en fin d'hivernage ont été identiques. Mais il est frappant de confronter les courbes d'ameublissement obtenues pour un sol Ban ameubli par le Rotavator en fin d'hivernage et un sol non travaillé : on s'aperçoit alors que la comparaison est nettement à l'avantage du sol le plus lourd, et cette constatation semble bien généralisable (par exemple : comparaison des graphiques 13 et 8), tout au moins pour les horizons situés en dessous de 10 cm de profondeur.

Par contre avec le Rotavator il est possible d'obtenir sur ces sols un ameublissement extrêmement poussé à tel point que dans un ou deux cas l'indice d'ameublissement s'est trouvé être supérieur à 1,0.

Bien que le Rotavator produise un émiettement très poussé de la couche superficielle, il ne semble pas que son passage se traduise par une dégradation marquée de la structure pour les sols étudiés. Toutefois il s'agit là d'observations faites sur le terrain, qui n'ont pas été appuyées de mesures faites au laboratoire.

2) Comparaison entre le travail effectué par le Rotavator et d'autres façons culturales

On pouvait se demander si les résnltats acquis grâce au Rotavator ne pouvaient être obtenus par d'autres appareils.



Nous avons comparé l'action de Rotavator et celle de la déchaumeuse à disques pour des travaux effectués à la même date sur des sols identiques. Bien que l'époque de travail ait été un peu précoce, on peut constater, d'après les graphiques 15 et 16, que l'avantage se trouve nettement en faveur du Rotavator, tant en ce qui concerne l'humidité que l'ameublissement ; l'action de la déchaumeuse est en effet pratiquement nulle.

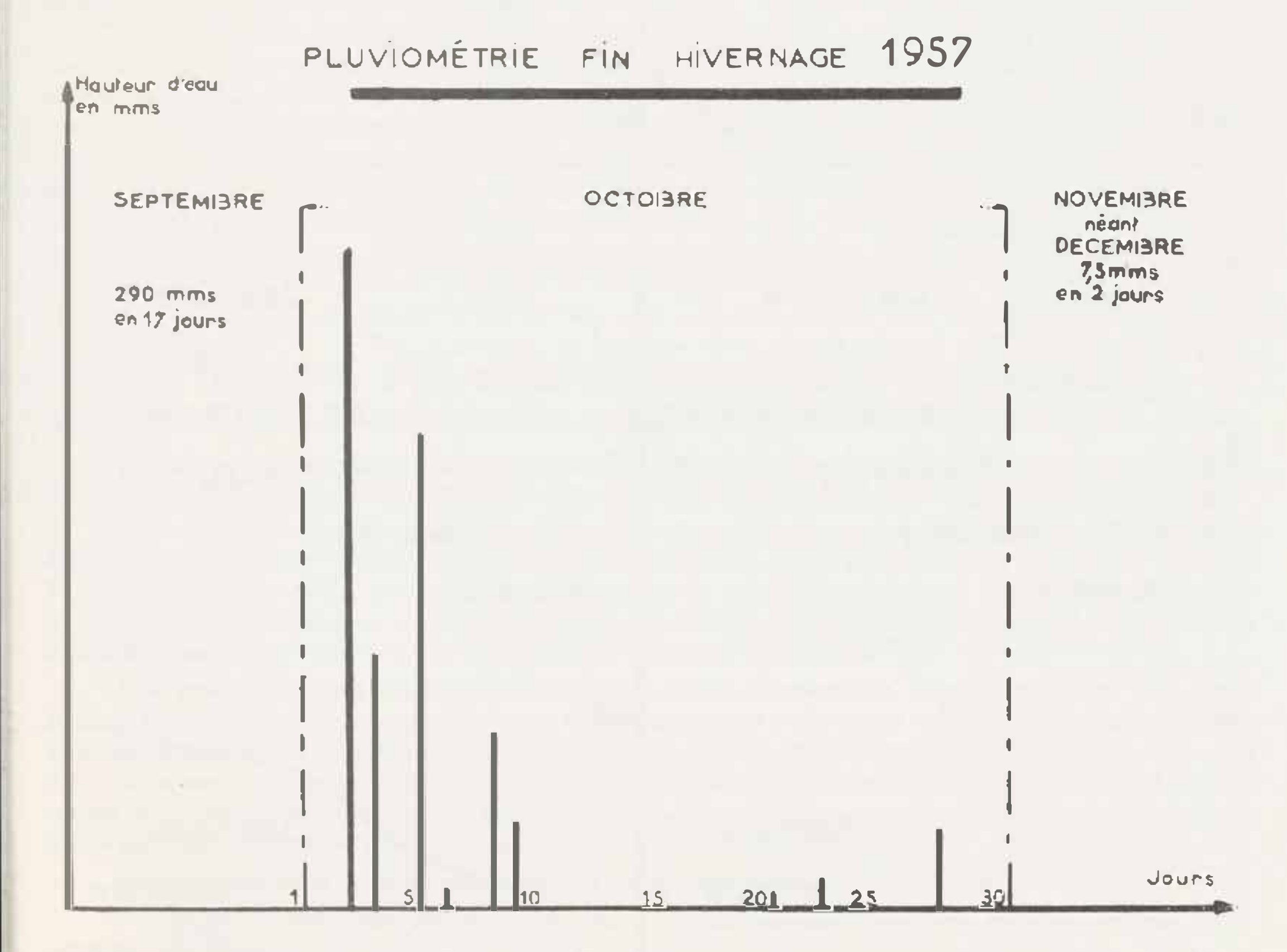
Nous ne disposons malheureusement pas d'autres mesures pour tester cette comparaison entre Rotavator et déchaumeuse, ce qui nous interdit, pour l'instant, de généraliser. Par ailleurs, si le Rotavator a, dès sa première année d'utilisation, donné des résultats marquants, cela ne signifie pas, que ces résultats ne puissent être acquis par d'autres moyens.

CHOIX DE LA DATE DE TRAVAIL

La date de passage du Rotavator s'est révélée être d'une grande importance quant à l'efficacité de l'ameublissement et du maintien de l'humidité dans le sol.

On comparera, par exemple, pour un même sol (Dior), trois graphiques (16, 17, 18) représentant des zones travaillées au Rotavator à trois époques différentes :

La première date de travail s'avère trop précoce, la seconde optimum, la troisième trop tardive. Examinons en effet sur le graphique 19 la répartition des pluies en fin d'hivernage 1957.



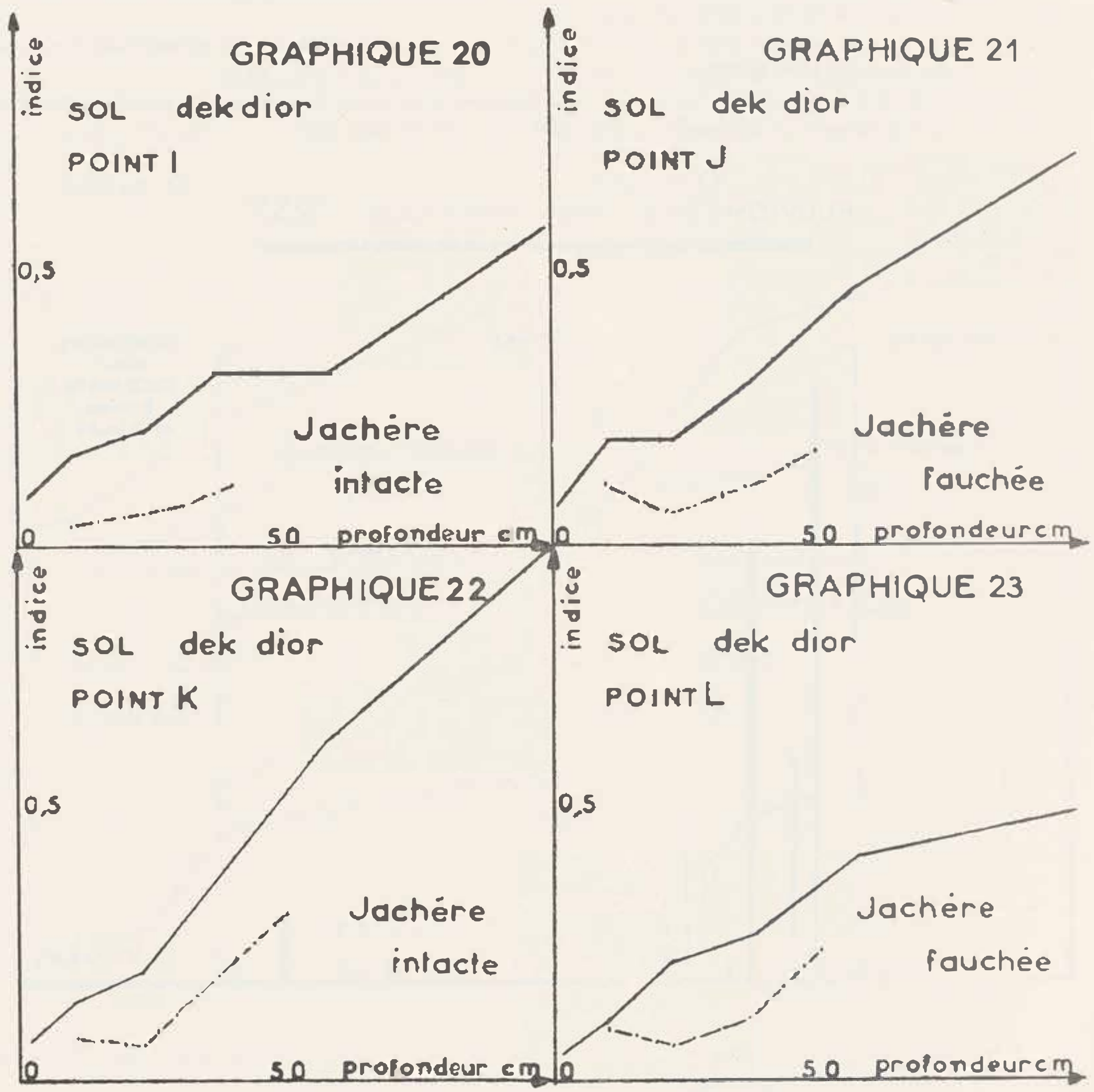
Il semble qu'une pluie de 5 mm soit suffisante pour détruire l'émiettement du sol réalisé par le Rotavator, ce qui a pour effet de provoquer un accroissement de l'évaporation (premier cas).

Par contre si le passage au Rotavator est effectué trop tardivement après les dernières pluies, l'évaporation a pu jouer de façon intense jusqu'à une certaine profondeur ; le déficit de saturation du sol est déjà sensible et par conséquent le stock d'humidité conservé et l'ameublissement sont moindres (troisième cas).

Le graphique 18 montre toutefois que, un mois après les pluies importantes, le Rotavator a tout de même un effet qui n'est pas négligeable, contrairement à ce qui se passe quand la date de travail est trop précoce.

COUVERTURE DU SOL ET MAINTIEN DE L'HUMIDITÉ PENDANT LA SAISON SÈCHE

Au cours de l'expérimentation nous avons pu tester, en différents points, l'influence de la couverture herbacée sur l'état d'humidité du sol et son degré d'ameublissement.



Nous avons comparé en particulier une jachère intacte à une jachère fauchée en septembre pour un sol Dek-Dior. Les graphiques 20, 21, 22, 23 montrent qu'il ne semble n'y avoir d'influence du couvert végétal ni sur l'état d'humidité du sol, ni sur son ameublissement. Ces constatations recoupent d'ailleurs celles qu'on peut couramment faire dans la pratique.

CONSERVATION DE L'HUMIDITÉ ET ACTIVITÉ MICROBIENNE

Ainsi que plusieurs études l'ont montré, l'activité microbienne pendant la saison sèche est très réduite. Ceci tient entre autres causes :

à l'élévation de la température qui peut atteindre des valeurs très hautes de mars à juin,
à l'abaissement corrélatif de l'humidité.

On pouvait penser qu'en maintenant un certain taux d'humidité dans le sol, on favorisait du même coup le développement de la vie microbienne.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons choisi de tester l'activité du groupe nitrificateur qui est un des plus sensibles aux variations d'humidité. Pour cela des dosages d'azote minéral ont été effectués sur tous les échantillons de sol prélevés.

Les résultats ne montrent aucun accroissement significatif du taux d'azote minéral avec l'humidité. Ce taux varie entre 1 et 10 ppm,sans que ces variations puissent être mises en parallèle avec la nature du sol, le traitement qu'il a pu subir, ou la profondeur de prélèvement ; ceci peut s'expliquer par le fait que la quantité d'azote minéral trouvé dans un sol représente un bilan provisoire entre production par les microbes nitrificateurs et consommation par la flore et la microflore ; elle ne traduit pas une caractéristique biochimique du sol. Il eut sans doute été plus révélateur à cet égard d'effectuer le dosage de l'azote minéralisable qui représente le potentiel azoté pouvant être mis à la disposition des plantes.

On ne peut donc, dans ce domaine, présenter, pour l'instant, de conclusion.

TENTATIVE D'EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS

Diverses études théoriques récentes, notamment celle de M. Hallaire (5) sur l'évaporation et la diffusion capillaire dans le sol permettent de présenter un schéma d'explication pour les phénomènes observés.

Après les dernières pluies, le sol saturé d'eau, se trouve soumis à une intense évaporation ; le pouvoir évaporant de l'air est de l'ordre de 2 à 8 mm par jour pendant la saison des pluies pour atteindre la valeur de 20 mm en fin de saison sèche (évaporomètre Lecourbet). La diffusion capillaire qui, au-dessous de la capacité de rétention, est pratiquement le seul phénomène intervenant dans les déplacements de l'eau dans le sol, est incapable d'assurer un débit suffisant pour équilibrer ces pertes importantes.

Il se produit alors une réaction du sol tendant à réduire l'évaporation, réaction conduisant à un desséchement brutal de la partie superficielle du sol. Celui-ci est amené à une valeur du potentiel capillaire suffisamment élevée pour que la diffusion capillaire ne joue plus et que le déplacement de l'eau ne soit possible qu'à l'état de vapeur. Sous cette couche desséchée les pertes d'humidité sont alors notablement réduites et on peut considérer que les profils hydriques se trouvent figés dans un état de pseudo-équilibre. La profondeur de la croûte sera fonction du taux d'évaporation maximum et de la nature du sol.

Ceci peut expliquer les observations qui ont été faites à propos des sols témoins :

présence d'une croûte superficielle desséchée pouvant atteindre 25 à 30 cm, en raison des taux d'évaporation très élevés ;

faibles variations des profils hydriques entre les mois de janvier et d'avril, où l'évaporation atteint cependant ses valeurs les plus élevées.

L'émiettement de la terre en surface (réalisé au Rotavator par exemple) a lui aussi pour effet de réduire l'évaporation en rompant la continuité des veines liquides et en s'opposant ainsi à la diffusion capillaire. Plusieurs expériences ont prouvé que l'eau ne pouvait se déplacer qu'à l'état de vapeur à travers une terre convenablement émiettée. Mais ce moyen artificiel de réduire l'évaporation s'avère beaucoup plus efficace que le processus naturel ; il est aussi beaucoup plus intéressant pour le cultivateur.

D'une part la couche desséchée est moins importante, puisqu'elle se limite à 5 à 10 cm, alors que dans les conditions naturelles elle peut dépasser 25 cm. D'autre part, en évitant la formation d'une croûte, on conserve en profondeur une humidité plus importante. Dans les deux cas il s'agit en effet de stabiliser les profils hydriques ou, tout au moins, de s'opposer à des variations importantes ; mais alors qu'on a la possibilité, en réalisant un émiettement aussitôt après les dernières pluies, de stabiliser les profils hydriques à leur niveau le plus élevé, il est impossible, pendant le laps de temps nécessaire à la formation d'une croûte, d'éviter que des pertes importantes aient lieu et les profils se trouvent donc stabilisés dans le cas du processus naturel, à leur niveau le plus bas.

La cohésion de cette croûte desséchée et la résistance très forte qu'elle oppose à la pénétration des instruments de culture peuvent surprendre dans le cas de terres aussi sableuses. Il convient de remarquer, cependant, que si ces terres comportent bien entre 90 et 95 % de sables, ce sont en très grande majorité des sables fins (moyenne 0,14 mm). Par ailleurs ces éléments se trouvent classés dans des limites de dimensions très étroites puisque les sables fins de 0,063 à 0,200 mm forment 70 % de l'horizon de surface dans les sols Dior. La porosité de tels sols est très faible.

Si, dans le langage courant, on confond volontiers terre « légère » et terre « sableuse » c'est que, très souvent, les sables ont un classement granulométrique beaucoup plus étalé et comportent une plus forte proportion d'éléments grossiers (terres développées sur alluvions ou arènes granitiques, par exemple). On conçoit qu'alors ces terres présentent une porosité et un degré d'ameublissement plus élevés.

De plus, les sols Dior et Dek sont sensibles à l'érosion par battage ; les agrégats secondaires, peu nombreux en raison du niveau très bas des colloïdes minéraux et humiques sont instables à l'eau : 4 à 5 % des éléments du sol, au maximum, se trouvent sous forme d'agrégats stables à l'eau.

La pluie a pour effet de détruire pratiquement toute structure en surface, de disperser l'argile et de fondre ces sols en une masse compacte, où le volume des espaces interstitiels est très réduit. Le dessèchement brutal qui intervient ensuite peut se comparer à la cuisson dans la fabrication des briques. L'argile dispersée, bien qu'en faible quantité, joue le rôle de liant, aidée sans doute en cela par les hydroxydes de fer, dont les teneurs sont appréciables (0,5 % de fer total et 0.2 % de fer libre dans l'horizon de surface des sols Dior). En un laps de temps très réduit il se produit une véritable cimentation de l'ensemble.

INCIDENCES POSSIBLES DU MAINTIEN DE L'HUMIDITÉ DU SOL PENDANT LA SAISON SÈCHE

Les incidences agronomiques de cette conservation de l'humidité peuvent s'envisager à trois points de vue différents :

1) Incidence sur les cultures de la saison des pluies suivante

En s'efforçant de maintenir l'humidité du sol, d'une saison des pluies à l'autre, on pratique ainsi une sorte de dry-farming. On pourrait penser, par analogie à d'autres régions sèches, où cette pratique s'est révélée bénéfique, que cette action est de nature à favoriser les cultures de la saison des pluies suivantes.

Or le dry-farming est surtout efficace dans le cas d'une pluviométrie déficitaire, quand les précipitations pendant la période pluvieuse se trouvent insuffisantes pour saturer le sol. Ceci ne correspond pas à ce qui se produit dans nos régions, puisque les pluies de juillet et d'août sont toujours suffisantes pour amener le sol à saturation. Il serait donc vain d'attendre une amélioration sensible par ce procédé.

Il se peut, toutefois, qu'en cas de pluviométrie déficitaire à l'époque des semis, le stock d'humidité conservé en profondeur puisse, pendant un certain temps, atténuer les effets de la sécheresse sur les jeunes plantes. Encore faudrait-il que les racines fussent suffisamment développées pour pouvoir atteindre les horizons humides. Il n'est pas exclu également que les cultures d'hivernage bénéficient indirectement du maintien de l'humidité au cours de la saison sèche par l'influence que celle-ci peut avoir sur la microflore du sol.

Nous n'avons sur ce point qu'une seule observation : derrière le passage de Rotavator 1957, des cultures de sorgho furent établies à l'hivernage 1958. On ne put y remarquer de meilleurs rendements ou une meilleure végétation que sur les parcelles voisines non traitées.

2) Incidence sur les cultures dérobées et les plantes de couverture

La durée et l'aridité de la saison sèche interdisent généralement l'établissement des plantes de couverture et les cultures dérobées. Ces deux pratiques seraient pourtant extrêmement intéressantes à divers points de vue :

protection du sol contre les radiations solaires et éventuellement l'érosion éolienne,
contribution à l'entretien du bétail au cours de la saison sèche,
appoint pour l'alimentation humaine en période délicate de soudure,
prolongation de la « phase active » de la vie paysanne.

La conservation de l'humidité du sol après la période des pluies constitue un élément nouveau, qui peut contribuer à résoudre ce problème difficile.

Seule l'expérimentation ultérieure pourra nous renseigner à ce sujet.

A priori, il est permis de se demander, si le faible stock d'humidité, mis à la disposition des plantes, sera suffisant pour assurer le développement de celles-ci pendant toute la durée de leur cycle végétatif. Toutefois, l'exemple de plantes, telles que le dolique, arrivant à subsister dans des conditions d'aridité sévère, autorise un certain optimisme. Il est possible que la courte liste des plantes utilisables dans ce but puisse s'enrichir d'espèces intéressantes nouvelles et que la technique puisse également être bénéfique pour les cultures de décrue et les cultures bisannuelles (manioc-ricin).

3) Incidence sur les travaux préparatoires du sol à la fin de la saison sèche

C'est, nous l'avons vu, dans ce domaine que l'influence du maintien de l'humidité est d'ores et déjà la mieux observée.

Cependant, hors de cas particuliers, cette incidence ne peut seule valablement justifier les frais d'un travail mécanique de fin d'hivernage.

Aussi, croyons-nous que des expérimentations nouvelles portant sur les points évoqués plus haut, doivent être prochainement entreprises pour tester économiquement le profit à attendre d'une telle façon.

RÉSUMÉ. — *Dans les conditions de sols et de climat de la région de Bambey au Sénégal les A.A. ont essayé de déterminer par quelles façons culturales on pourrait atténuer les effets gênants de l'aridité de ce climat. Leurs études ont particulièrement porté sur le déficit d'humidité des couches superficielles du sol et sur le durcissement de l'horizon superficiel. Ils ont opéré sur quatre (en réalité trois) catégories de sols existant dans la région, les Dior, les Dek, les Ban, cités dans l'ordre de la teneur croissante en argile. Ils ont d'abord étudié la relation existant entre l'humidité et l'ameublissement déterminé avec un pénétromètre.*

L'influence du travail du sol sur la conservation de l'humidité et le degré d'ameublissement a été étudiée, par le passage d'un Rotavator travaillant à des époques différentes de la saison sèche.

Comme conclusion les A.A. ont déterminé les incidences possibles du maintien de l'humidité du sol pendant la saison sèche : a) L'incidence sur les cultures de la saison des pluies suivante n'a pu être confirmée, cette action

aurait été comparable à celle obtenue par le dry-farrning. b) *L'incidence sur les cultures dérobées et les plantes de couverture : une expérimentation ultérieure pourra renseigner ; quelques plantes supportant une aridité sévère permettent un espoir.* c) *Incidence sur les travaux préparatoires du sol à la fin de la saison sèche. C'estsur ce point que quelques résultats ont été obtenus, mais alors ces travaux ne seraient pas payants. Les expérimentations doivent être poursuivies.*

SUMMARY. — *Under the conditions of soil and climate in the Bambey region in Senegal, the authors tried to determine the methods of soil-management through which the troublesome effects of the dryness of this climate could be reduced.*

Their studies dealt particularly with the water-deficit of the shallow layers of soil and with the hardening of the surface horizon. They operated on 4 (actually 3) categories of soil present in the region : Dior, Dek and Ban soils cited in the order of increasing clay values. They studied first the relation between humidity and mellowing, measured with a penetration-meter.

The influence of soil management on the storage of humidity and the degree of mellowing was studied with a Rotovator driven through the field at various times during the dry season.

As a conclusion the authors determined the possible incidences of the storage of humidity in the soil during the dry season. a) *the incidence on the crops of the following rain-season could not be confirmed ; it would have been comparable with the incidence of dry-farming.* b) *the incidence on catch-crops and cover-crops : future experiments will provide data ; a few crops, that can bear severe dryness, are promising.* c) *incidence on preparatory soil management at the end of the dry season. A few results have been obtained in this respect, but in that case it would not be paying. Experiments will be continued.*

RESUMEN. — *En las condiciones de suelo y clima de la región de Bambey, en Senegal, los A.A. trataron de determinar las prácticas de cultivo permitiendo atenuar los efectos de este clima árido. Estudiaron especialmente el déficit hídrico de las capas superficiales del suelo y el endurecimiento del horizonte superficial. Examinaron cuatro (en verdad tres) categorías de suelos de la región, los suelos Dior, Dek y Ban, citados según el contenido creciente de arcilla. Estudiaron primero la relación entre la humedad y la soltura del suelo determinada con un penetrometro.*

Examinaron la influencia de la labranza del suelo sobre la conservación de la humedad y el grado de soltura, utilizando un Rotavator en varias épocas de la estación seca.

Para concluir los A.A. determinaron las incidencias posibles de la conservación de la humedad durante la estación seca: a) *No ha podido confirmarse la incidencia de la estación lluviosa siguiente sobre los cultivos ; la acción hubiera podido compararse con la que se obtiene con el dry-farming.* b) *La incidencia sobre los cultivos intercalados y las plantas de cobertura : una experimentación ulterior dará unas indicaciones complementarias, dado que varias plantas sufren sin daños, y aun con resultados prometedores, un clima muy árido.* c) *Incidencia sobre los trabajos de preparación del suelo al fin de la estación seca. Los resultados obtenidos no son remuneradores. Los ensayos deben continuarse.*

BIBLIOGRAPHIE

1. Ph. Gaudefroy-Demombynes. — Observations sur la couverture du sol. Annales CRA, Bambey, 1955.

2. S. Bouyer. — Contribution à l'étude agrologique des sols du Sénégal. Conférence Africaine des Sols, Goma, 1948.

4. J. Faure. — Quelques aspects de deux conditionneurs de sols sur des terres sableuses. Annales du CRA, Bambey, 1954.

5. M. Hallaire. — Diffusion capillaire de l'eau dans le sol et répartition de l'humidité en profondeur sous sols nus et cultivés. *An. Agr.*, Série A, nº 2, 1953.