

CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DES RACINES D'ANANAS  
EN RELATION AVEC LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU MILIEU  
LIÉES AUX DIFFÉRENTES TECHNIQUES DU TRAVAIL DU SOL.

J. de RICAUD et G. HAINNAUX

Laboratoire d'Agronomie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé  
(Côte d'Ivoire)

- Cette communication <sup>x</sup> a trait à un programme, actuellement en cours, qui fait l'objet d'une convention entre les organismes de recherche (ORSTOM\* et IRFA\*) et des sociétés productrices d'ananas (SALCI\* et SOCABO\*).

- Il convient de mentionner la participation de MM. J.F. BOIS (Laboratoire des Radioisotopes, ORSTOM), R. VAN MIDDE et J. VAN AGTHOVEN (stagiaires Hollandais au laboratoire d'Agronomie).

---

\* ORSTOM : OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
IRFA : INSTITUT DE RECHERCHE DES FRUITS ET AGRUMES  
SALCI : SOCIETE DES ANANAS DE COTE D'IVOIRE  
SOCABO : SOCIETE COOPERATIVE AGRICOLE DE BONOUA. - 3 NOV. 1978

x Comm. Conf. EITA, EBADAN : 6-10 Decembre 1977 S.T.D. 10.

B 9385

Collection de Références  
B9385 Agr.

## 1. CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES DES SOLS.

Les principales caractéristiques physiques des sols de la plantation sur lesquels les essais "travail du sol" ont été mis en place sont transcrites dans le tableau ci-dessous.

HORIZON	0-50 (cm) %
Matière organique	1,5
Argile	11,0
Limons fins	3,5
GRANULOMETRIE Limons grossiers	3,5
Sables fins	25,5
Sables grossiers	55,0

(BOISSEZON et al. 1969)

Ces sols de texture sableuse à sablo-argileuse, sur lesquels on note un enrichissement en argile en profondeur sont peu structurés.

En résumé, il s'agit de sols ferrallitiques, désaturés en bases (somme des bases inférieure à 1,5 méq./100g), acides (pH compris entre 4 et 5), jaunes sur sables tertiaires.

## 2. ETATS STRUCTURAUX CREEES PAR LE TRAVAIL DU SOL.

### 2.1. Traitements de travail du sol mis en place.

Les traitements se différencient essentiellement par la profondeur d'enfouissement des résidus de culture du cycle précédent :

T1, travail superficiel ; il a été effectué avec un rotovator sur une profondeur maximale de 10 cm ; ce traitement permet le maintien d'un véritable "mulch".

T2, travail moyennement profond ; le travail du rotovator a porté sur une profondeur maximale de 25 cm ; il aboutit à un mélange homogène des résidus de culture avec le sol.

T3, travail profond, comportant les façons culturales suivantes :

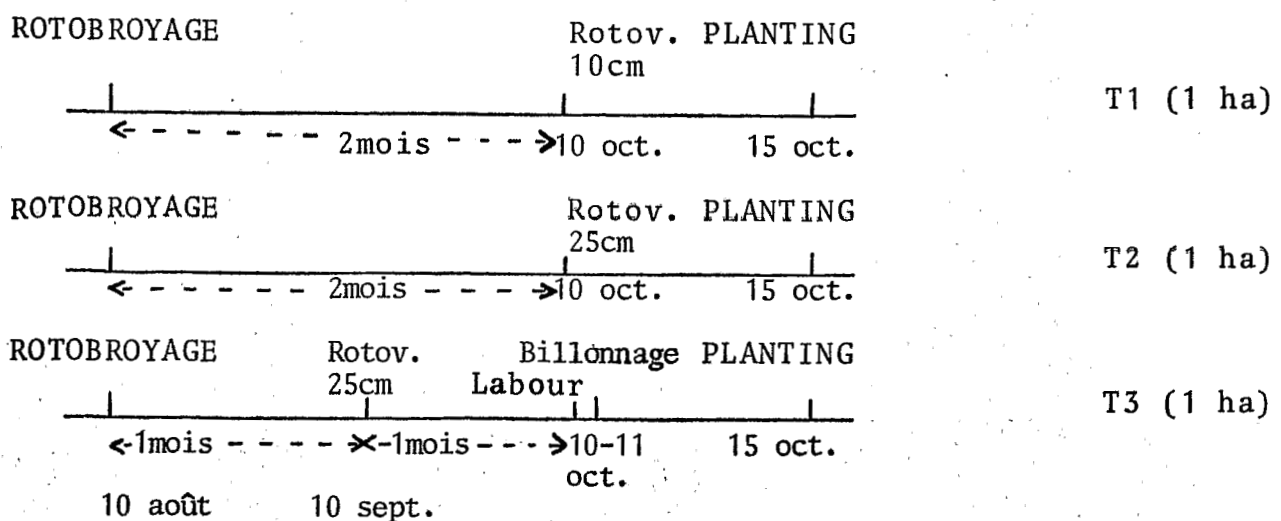
- préenfouissement des résidus de culture avec un rotovator (25 cm);
- labour assez profond (35 cm) avec une charrue à socs ;
- reprise de la couche superficielle par une billonneuse.

Ce traitement est celui pratiqué habituellement dans les plantations du sud de la Côte d'Ivoire.

On retiendra plus particulièrement des observations de profils culturaux faites avant le planting :

- un niveau de discontinuité pour les traitements T1 et T2 à respectivement 10 et 25 cm environ (lissage) séparant la tranche de sol supérieure, à structure particulière et fragmentaire, de la tranche inférieure, à structure massive et continue ;
- une superposition, pour le traitement T3 de la tranche de sol reprise par la billonneuse, très foisonnée, et de la couche sous-jacente à tendance plus massive. On ne note pas de véritable discontinuité horizontale séparant ces deux tranches de sol.

Le calendrier de mise en place de ces différents traitements est résumé ci-dessous :



Le niveau de décomposition des résidus de culture au planting est une caractéristique qui permet de dissocier les traitements T1 et T2 de T3 :

- pour T1 et T2, il subsiste environ 70% de la masse rotobroyée deux mois auparavant (35 tonnes de matière sèche).
- pour T3, la quantité de résidus lors du labour représente à peine 20% de la masse rotobroyée : l'enfouissement au rotovator a provoqué une forte décomposition pendant l'intervalle de temps "Rotovator 25 cm - Labour".

Pour l'ensemble des traitements, le travail du sol se rapportant au précédent cycle cultural avait été effectué au rotovator à 25 cm de profondeur environ.

## 2.2. Mesures physiques caractérisant les différents états structuraux.

On a effectué :

- des mesures densitométriques pour caractériser la compacité des différents horizons ;
- des mesures pénétrométriques pour détecter les discontinuités horizontales et mettre en évidence les différences de cohésion entre les horizons ;
- des mesures de vitesse de filtration pour caractériser le comportement hydrodynamique du profil cultural.

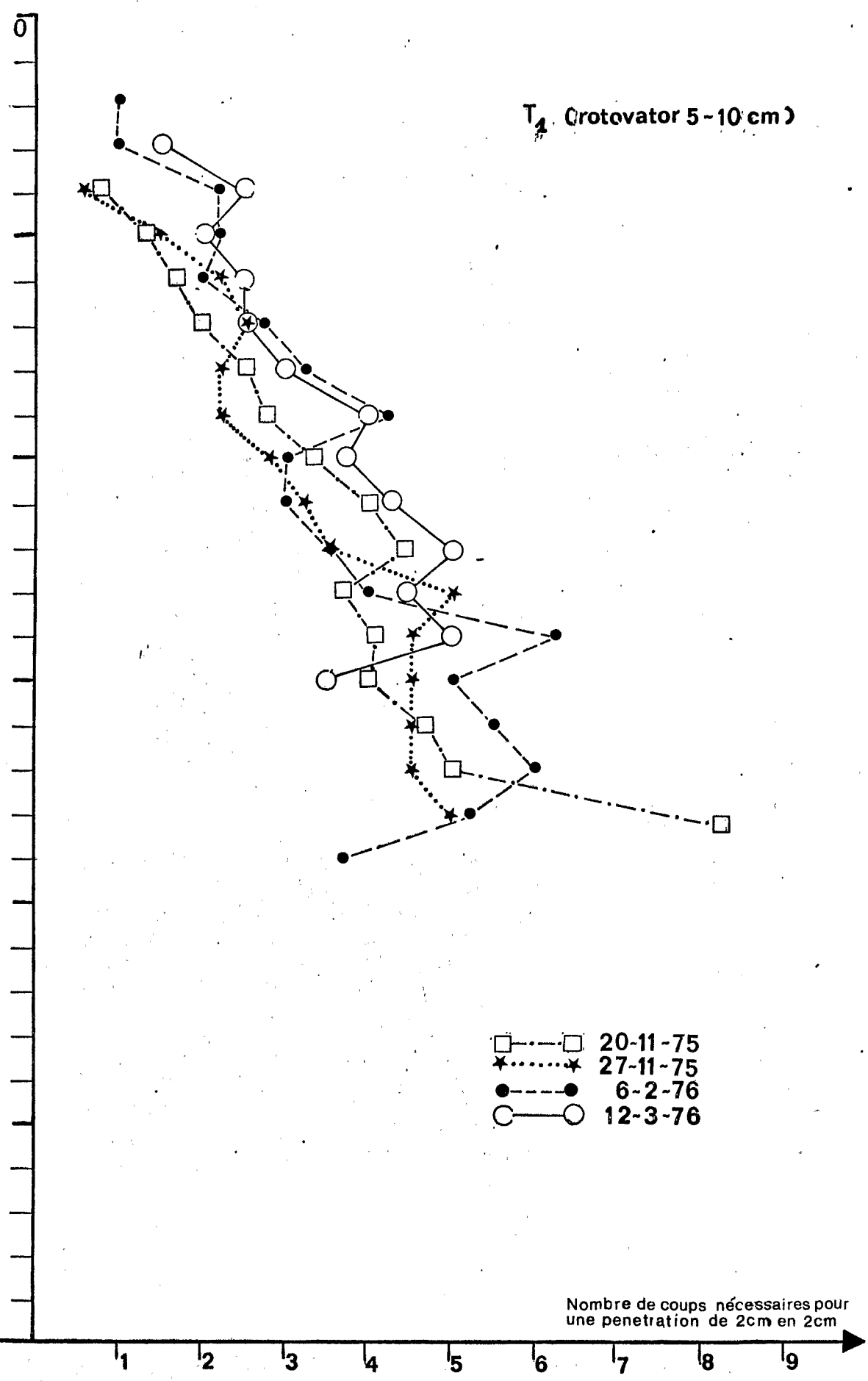
### 2.2.1. Mesures densitométriques.

L'appareil de mesure utilisé est un " $\gamma$ " densimètre ; les caractéristiques de l'appareil sont telles que les tranches de sols analysées ont une épaisseur de 18 cm.

On dispose de deux séries de mesures :

- les unes relevées en fin de cycle cultural (16 mois après le planting) sur les trois traitements mentionnés plus haut (T1, T2 et T3) ;

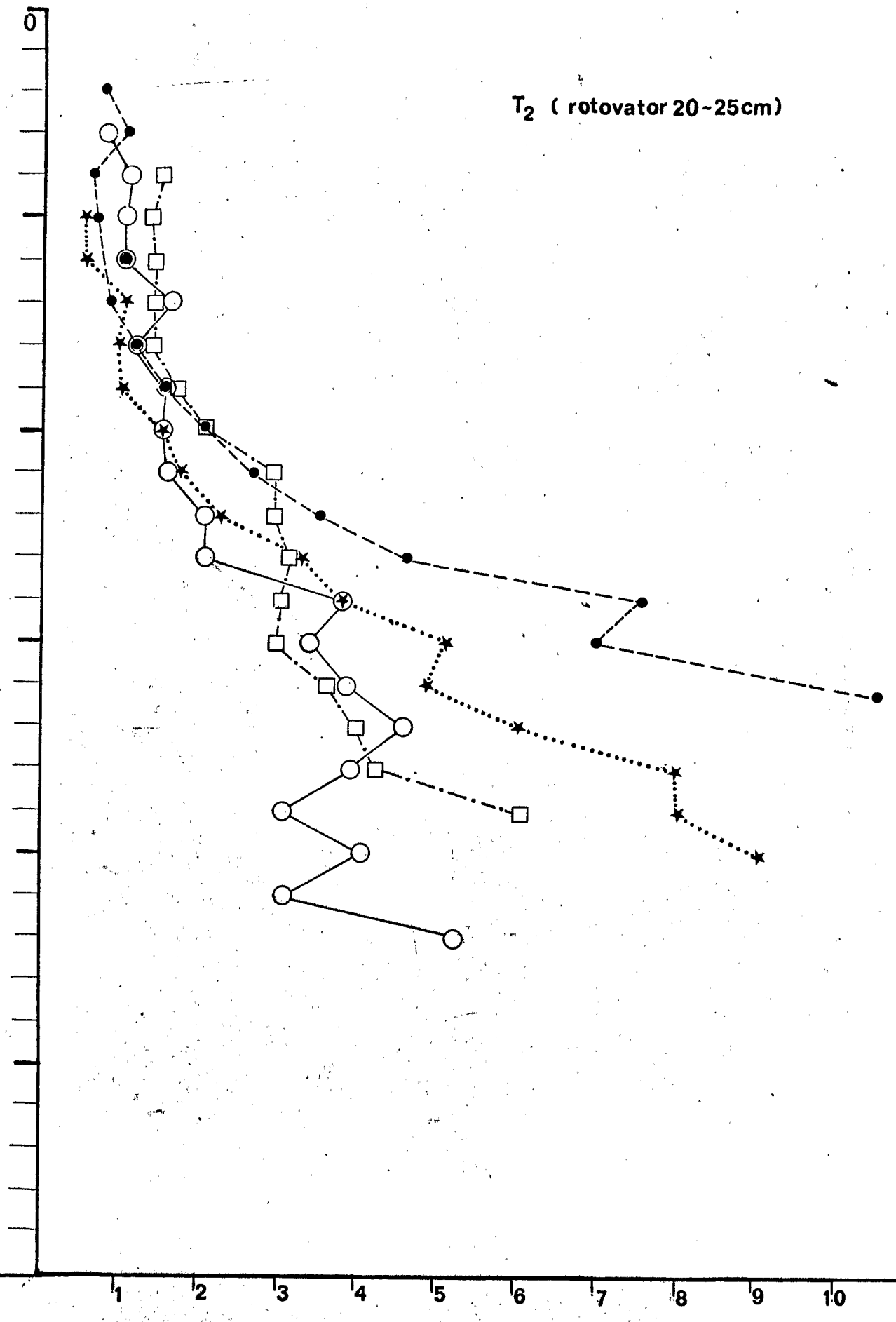
T<sub>1</sub> (Crotovator 5-10 cm)

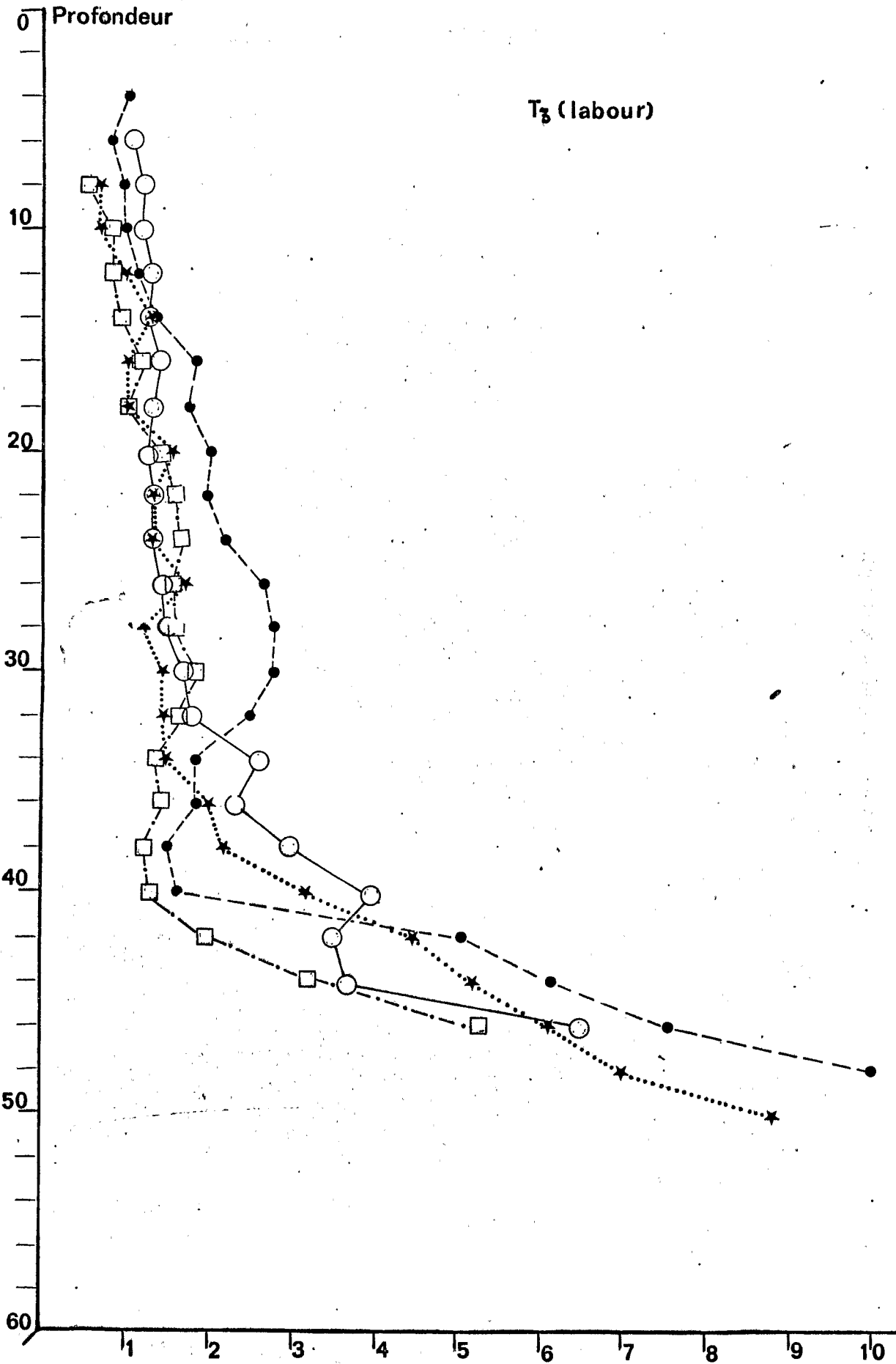


- - - - □ 20-11-75
- \* ····· \* 27-11-75
- - - - ● 6-2-76
- - - - ○ 12-3-76

Nombre de coups nécessaires pour une pénétration de 2cm en 2cm

# PENETROMETRIQUES SUR 3 TRAITEMENTS DE TRAVAIL





- les autres relevées en début de cycle sur un nouvel essai "travail du sol" récemment mis en place ; soient T'1, T'2 et T'3, les traitements.

Les résultats moyens (5 répétitions au minimum) sont transcrits dans le tableau ci-dessous :

DENSITE APPARENTE SECHE  
(g/cm<sup>3</sup>)

		24 heures après travail du sol			16 mois après travail du sol		
		T'1	T'2	T'3	T1	T2	T3
HORIZONS (cm)	0-18	1,25	1,09	1,25	1,31	1,21	1,25
	10-28	1,37	-	-	1,45	-	-
	20-38	-	1,43	1,25	-	1,52	1,35
	30-48	1,49	-	-	1,57	-	-
	40-58	-	1,47	1,49	-	1,55	1,58

Les analyses granulométriques faisant défaut pour le sol de l'essai récemment implanté on s'abstiendra d'une comparaison stricte d'un même horizon d'un même traitement sur les deux essais. Les observations de profils culturaux ont mis en évidence un sol en profondeur (40 cm) plus riche en argile pour T1, T2, T3 que pour T'1, T'2, T'3).

Cette restriction posée, l'analyse des résultats sur la tranche de sol (0-40 cm) souligne l'existence de deux types de profils :

- un profil continu pour le traitement T'3, en début du cycle. Les deux horizons (0-20 cm) et (20-40 cm) se différencieraient légèrement au cours du cycle cultural (T3) ; on note en effet une augmentation de la densité de l'horizon (20-38 cm). Cette évolution est confirmée par les résultats concernant les horizons (20-28 cm) (T'1), et (20-38 cm), (T'2), qui n'ont pas été repris par le travail du sol ;



- un profil discontinu pour les traitements T'1, T'2 et T1, T2 en liaison avec la profondeur de travail du rotovator : la densité augmente nettement au-dessous de cette limite.

### 2.2.2. Mesures pénétrométriques.

L'appareil de mesure utilisé est constitué d'un barreau d'acier (diamètre : 1 cm), terminé par une pointe conique (diamètre : 1,2cm), et portant une enclume ; la tige s'enfonce dans le sol consécutivement à la chute d'une masselotte d'1 kg, d'une hauteur d'1 m.

Les trois traitements, (T1, T2, T3) ont été testés à quatre reprises (35, 42, 112 et 146 jours après le planting) pour détecter une possible évolution des forces de cohésion.

Les résultats (moyennes) sont reportés sur le graphique n°1.

Les trois traitements sont caractérisés comme suit :

T1 : les forces de cohésion sont croissantes de 10 à 40 cm de profondeur.

L'horizon travaillé par le rotovator n'est pas pris en compte dans les mesures : le poids propre du pénétromètre conduirait à l'enfoncement de la pointe conique jusqu'à la discontinuité.

T2 : le fond de travail du rotovator sépare deux horizons différenciés par les forces de cohésion :

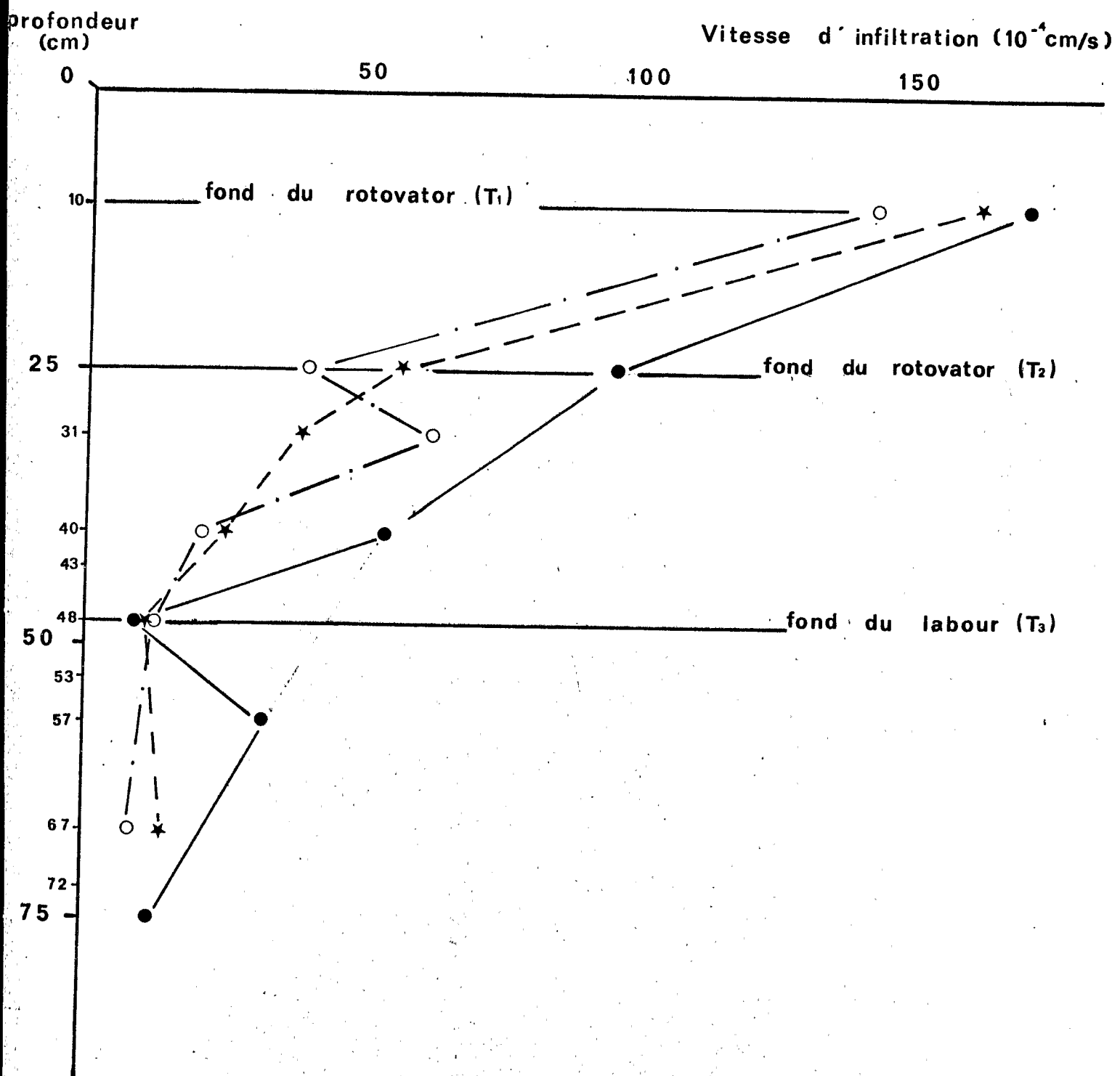
- constantes sur les vingt premiers centimètres ;
- croissantes dans l'horizon sous-jacent.

T3 : les forces de cohésion sont sensiblement constantes sur l'ensemble de la couche labourée ; on note toutefois une légère augmentation avec la profondeur. Au niveau de la discontinuité horizontale du fond de labour, on note une brusque augmentation de ces forces.

Les quatre séries de mesures effectuées dans le temps ne permettent pas de conclure à une évolution quelconque :

VITESSE D' INFILTRATION  
 A DIFFERENTES PROFONDEURS  
 (APRES 4 HEURES)

★ — — — — T<sub>1</sub>  
 ○ — — — — T<sub>2</sub>  
 ● — — — — T<sub>3</sub>



- pour T3, la première série ayant été faite plus d'un mois après le planting, il est possible qu'une légère augmentation de la cohésion dans l'horizon (20-40 cm) ait déjà eu lieu ;
- la quatrième série de mesures ayant précédé la grande saison des pluies (mai-juin), les répercussions de ce facteur climatique sur la résistance à la pénétration ne peuvent être prises en compte.

### 2.2.3. Mesures de vitesse de l'infiltration de l'eau.

La méthode d'étude choisie est la méthode Vergière (BOURRIER, 1965) ; les vitesses d'infiltration sont mesurées au laboratoire, sur des blocs de terre non remaniés.

Les trois traitements (T1, T2, T3) ont été testés en fin de cycle (16 mois après le travail du sol ; les prélèvements ont été effectués en fonction des discontinuités horizontales existantes.

Les vitesses d'infiltration ( $K : 10^{-4}$  cm/s), après 4 heures de percolation sont reportées sur le graphique n°2.

- La perméabilité des sols des trois traitements, comparable, élevée dans la couche superficielle ( $K = 170 \times 10^{-4}$  cm/s), est fortement réduite en profondeur ( $K = 10$  à  $20 \times 10^{-4}$  cm/s à 50 cm) ; le ralentissement est d'autant plus marqué que le travail du sol est peu profond :

K (T3) est deux fois plus fort à 25 cm ( $K = 100 \times 10^{-4}$  cm/s) et 40 cm ( $K = 50 \times 10^{-4}$  cm/s) de profondeur que K (T1 et T2) aux mêmes profondeurs.

- On observe au niveau des fonds de travail du sol, pour T2 (20-30 cm) et T3 (43-53 cm) une vitesse d'infiltration inférieure à celle de la couche sous-jacente ; les pièces travaillantes des outils provoquent un "lissage" à l'origine de cette réduction de la perméabilité.

Un tel effet n'apparaît pas pour T1 (5-15 cm) : la réduction de l'infiltration provoquée par le lissage est annulée par l'importante macroporosité due aux racines.

### 2.3. Conclusions partielles.

Chacune des technique de travail du sol a induit sur la tranche (0-45 cm) un profil cultural bien typé :

- Pour T1, T2, le niveau de discontinuité horizontale sépare deux horizons sensiblement distincts par leur densité apparente, leur cohésion et leur perméabilité. En l'absence de travail profond (labour) depuis 4 ans, on note une reprise en masse des horizons (10-40 cm) pour T1 et (25-40 cm) pour T2.

- Dans le cas de T3, on observe une pérennité de l'effet d'ameublissement du labour profond : 16 mois après le passage de l'outil, la densité apparente et la perméabilité restent inférieures à celles de T1 et T2 dans les horizons non travaillés ; l'absence de véritable discontinuité horizontale au niveau du fond du billonnage 25 cm, confère à ce profil un caractère plus homogène sur la tranche de sol (0-45 cm).

D'une façon générale cette superposition d'horizons de perméabilités différentes, peut entraîner à certaines périodes (fortes précipitations) des accumulations d'eau libre d'autant plus importantes que la zone travaillée est restreinte ; il peut en résulter une aération du sol, temporairement insuffisante : l'alternance de phénomènes d'oxydo-réduction (pseudogley) a été observée. La bibliographie mentionne que de tels états s'accompagnent de conditions du milieu défavorables au système racinaire (LEWIS H. STOLZY, 1970) : déficit en  $O_2$ , excès de  $CO_2$ , produits de décomposition de la matière organique toxiques.

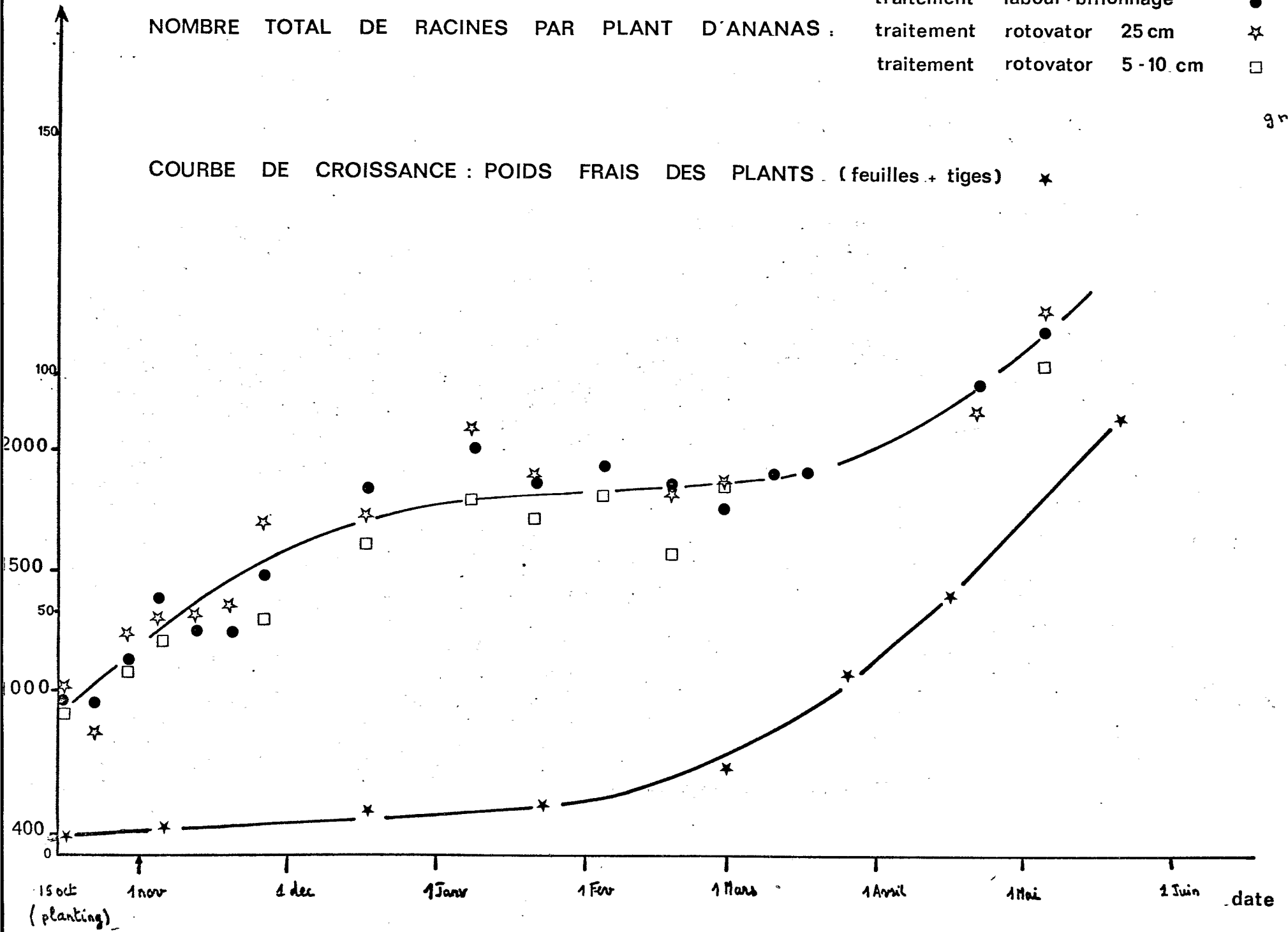
pois frais (g)

NOMBRE TOTAL DE RACINES PAR PLANT D'ANANAS :

- traitement labour-billonnage
- ☆ traitement rotovator 25 cm
- traitement rotovator 5-10 cm

graphique n°3

COURBE DE CROISSANCE : POIDS FRAIS DES PLANTS (feuilles + tiges) \*



### 3. EMISSION, CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DU SYSTEME RACINAIRE DE L'ANANAS.

Le rejet d'ananas est le type de matériel végétal implanté sur les traitements de travail du sol.

L'initiation et l'émission des racines débute à la base du pivot ; les sites d'émission remontent le long du pivot à l'aisselle des feuilles, au fur et à mesure de la croissance des parties aériennes.

Compte tenu de l'absence de données bibliographiques sur le sujet, il nous est apparu important d'assurer, sur les traitements mis en place, un suivi de l'émission racinaire ; celle-ci doit conditionner, en partie, la prospection du profil cultural.

#### 3.1. Emission racinaire durant les 7 premiers mois du cycle cultural.

Les comptages racinaires ont porté sur les trois traitements, T1, T2 et T3. La morphologie du rejet d'ananas nous a conduit à distinguer deux types de racines émises :

- les racines en contact avec le sol ;
- les racines situées à l'aisselle des feuilles et tournant plus ou moins autour du pivot.

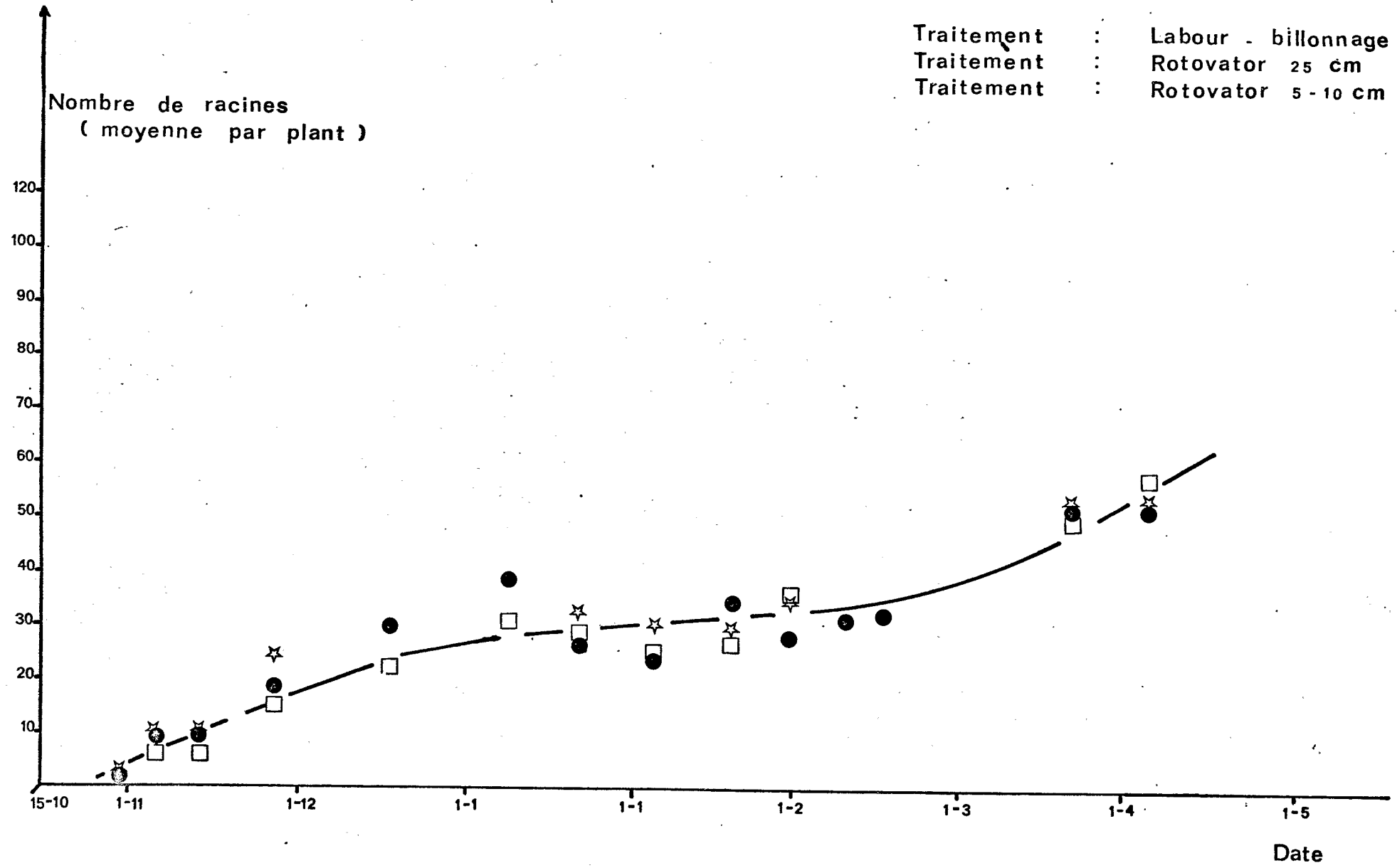
Les graphiques N° 3 et N° 4 représentent respectivement les courbes d'émission du nombre total de racines et du nombre de racines dans le sol. On a tracé sur le graphique N° 3 la courbe de croissance des plants du traitement T3.

. On ne note pas d'effet travail du sol sur le rythme d'émission racinaire observé, durant la période d'étude.

. Trois phases distinctes sont mises en relief par ces courbes qui présentent une forte similitude ; de l'analyse du graphique n° 3, il ressort :

### NOMBRE DE RACINES DANS LE SOL PAR PLANT D'ANANAS

Traitement : Labour - billonnage  
Traitement : Rotovator 25 cm  
Traitement : Rotovator 5 - 10 cm



- 1ère phase : - sa durée est de 2 mois ;  
 - son intensité se traduit par le doublement du stock initial ; 30 racines au planting, 70 racines 2 mois plus tard.

Cette phase correspond à l'expression d'un potentiel d'émission du rejet, dépendante des conditions du milieu (humidité du sol autour du pivot) ; en effet, il a été mesuré dans des conditions autres que celles de cet essai, une expression partielle de ce potentiel : deux mois après le planting, 55 racines avaient été dénombrées, contre 70 dans le cas présent ; la pluviométrie était de 75 mm tombés dans les 4 jours consécutifs au planting contre 260 mm répartis graduellement durant les deux mois (HAINNAUX, de RICAUD, 1977).

- 2ème phase : - sa durée est de 3 mois ;  
 - aucune émission racinaire n'est relevée.

Le blocage de l'émission est à mettre en rapport avec la croissance des parties aériennes ; celles-ci auraient un niveau de développement insuffisant pour qu'il y ait une poursuite de l'émission.

- 3ème phase : - la reprise de l'émission se manifeste parallèlement à la phase de croissance active des parties aériennes.

Les observations relatives à la courbe d'émission du nombre de racines dans le sol (graphique n°4) sont les suivantes :

- les premières racines apparaissent dans le sol 15 jours après le planting ;
- deux mois plus tard, leur nombre se situe autour de 30-40 unités ; ce stock reste constant durant les trois mois suivants.

La prospection du profil cultural pendant la phase d'une <sup>im-</sup>plantation du rejet est donc assurée par un nombre restreint de racines ; ceci pose le problème de maintien de leur croissance et de leur fonctionnement.

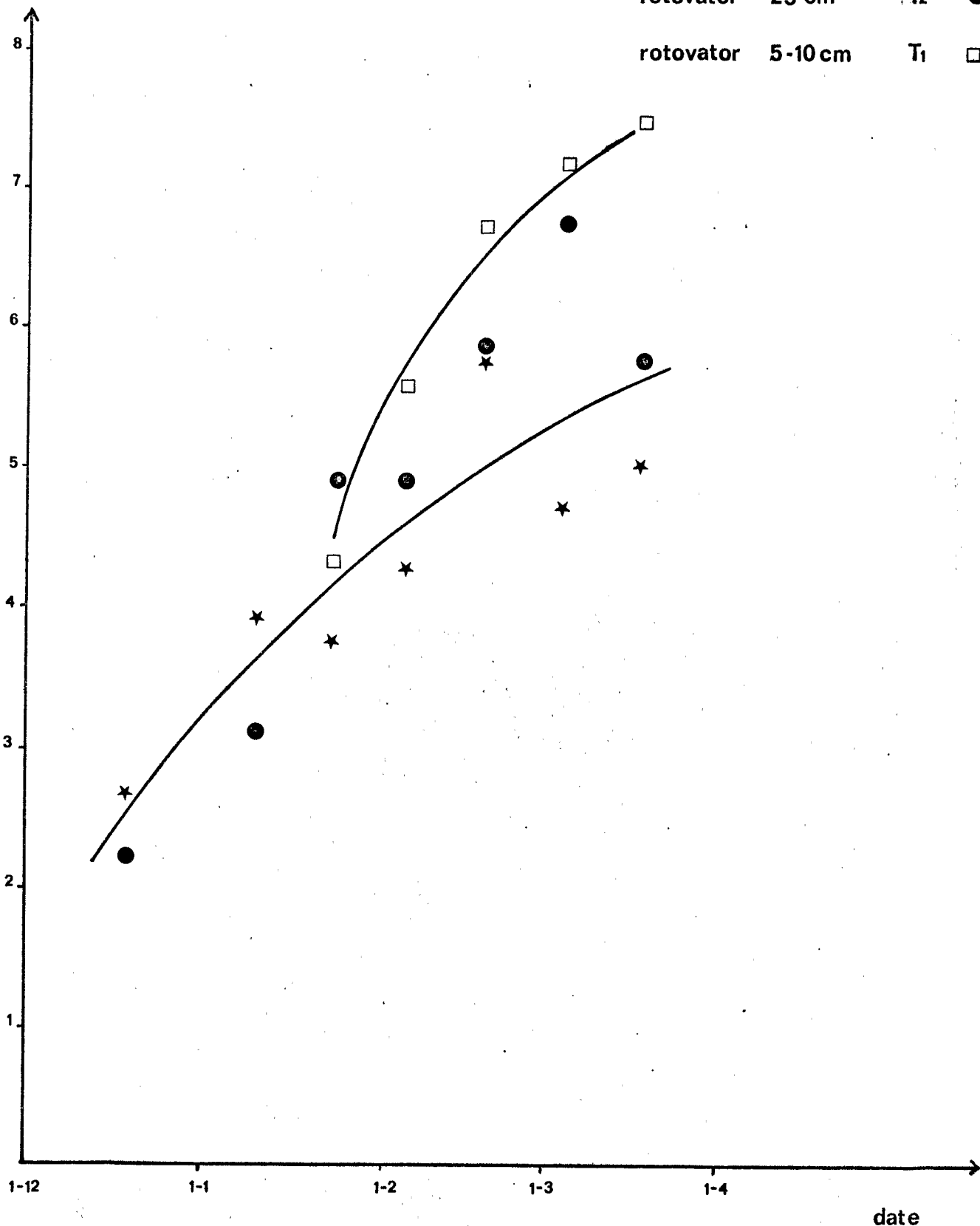


MASSE RACINAIRE DANS L'HORIZON 0-25 cm

mode de prélèvements : planches à clous

poids sec  
(g)

labour - billonnage T3 ★  
rotovator 25 cm T2 ●  
rotovator 5-10 cm T1 □



DATES DE PRELEVEMENTS		18.12.75	9.01.76	23.01.76	5.02.76	20.02.76	4.03.76	18.03.76	
TRAITEMENTS	Horizons (cm)								
	T3	0-10 masse (g)	0,735	1,323	1,343	1,440	2,210	1,827	2,186
		%	28	34	36	34	38	39	43
		10-25 masse	1,935	2,611	2,403	2,799	3,644	2,882	2,841
		%	72	66	64	66	62	61	57
		0-25 masse	2,670	3,934	3,746	4,239	5,854	4,709	5,027
		%							
	T2	0-10 masse	0,703	0,719	1,601	1,289	1,918	1,745	2,061
		%	32	23	33	26	50	26	36
		10-25 masse	1,513	2,393	3,284	3,591	3,852	5,004	3,673
		%	68	77	67	74	50	74	64
		0-25 masse	2,216	3,112	4,885	4,880	5,770	6,749	5,734
		%							
	T1	0-10 masse	-	-	3,024	3,009	2,855	4,005	3,642
		%	-	-	70	54	43	56	49
10-25 masse		-	-	1,272	2,560	3,839	3,173	3,737	
%		-	-	30	46	57	44	51	
0-25 masse		-	-	4,296	5,569	6,694	7,178	7,379	
%		-	-						

MASSE DE RACINES PAR HORIZON

(avec le %)

### 3.2. Croissance et développement du système racinaire durant les cinq premiers mois du cycle cultural.

- L'enracinement de l'ananas est de type fasciculé ; il est concentré dans la couche superficielle de sol (0-30 cm).

- Les prélèvements ont été effectués à l'aide de "planches à clous" pour obtenir l'enracinement global du plant d'ananas en rapport avec la discontinuité horizontale de T1. Les dimensions du cube de terre prélevé étaient 25 cm de hauteur, 30 cm de largeur, 17 cm de profondeur.

Vu les délais de sortie dans le sol des racines d'un rejet, les prélèvements ont débuté 1 mois après le planting, (12 répétitions par traitement à chaque date).

Des sondages ont été faits sous les planches de clous, horizon (25-40 cm), lors des deux dernières dates.

- Les résultats des prélèvements à l'aide de planches de clous sont transcrits dans le tableau ci-joint. Les masses globales de racines, se rapportant à un certain volume de sol (25 x 30 x 17 cm<sup>3</sup>), sont portées sur le graphique n° 5.

#### 3.2.1. Enracinement global dans (0-25 cm).

Des quantités de racines plus importantes sont mesurées sur T1 que sur T2 et T3 durant la phase de mise en place de l'enracinement. Ces résultats s'opposent à ceux relatifs à la croissance des parties aériennes : T1 est inférieur à T2 et T3 (de RICAUD, HAINNAUX, 1977, en rédaction).

Pour expliquer ces résultats on formulera les hypothèses suivantes :

- 3 mois après le planting, la morphologie des racines prélevées sur T1 était distincte de celle de T3,
- T3 : racines turgescents avec une gangue de terre à la périphérie ;

T1 : racines lignifiées, type fil de fer, sans gangue de terre.

- les racines de T1 présentait des symptômes d'attaque de nématode (*Meloidogyne*).

Il semblerait donc que des conditions du milieu défavorables aient induit une réaction de la plante entraînant une prolifération du système racinaire, tout au moins en terme de masse. De tels résultats et observations font ressortir le fait que la seule croissance pondérale du système racinaire ne peut expliquer la croissance des parties aériennes ; la notion de conditions de fonctionnement doit être prise en compte.

### 3.2.2. Répartition de l'enracinement dans (0-25 cm).

- 4 à 5 mois après le planting, 40% environ de la masse racinaire de T1 et T2 est concentrée dans l'horizon (0-10 cm) contre 50% pour T3 ; (résultats moyens relatifs aux trois derniers prélèvements).
- Si l'on retient T3 comme traitement de référence on note une augmentation relative (%) de l'enracinement des l'horizon superficiel (0-10 cm), avec le temps :  
28%, deux mois après le planting contre 43% cinq mois après.

INFORZATO et al. (1968) ont trouvé, dans l'horizon (0-10 cm), 58% et 75% de l'enracinement de la tranche du sol (0-20 cm), à respectivement 8 et 12 mois.

### 3.2.3. Enracinement en profondeur.

Les résultats des sondages (12 échantillons composites par traitement) du 4.03.76 et 18.03.76 sont transcrits ci-dessous :

## MASSE DE RACINES (mg/kg de terre) POUR L'HORIZON (25-40cm)

	T3	T2	T1
4.03.76	21	8	5
18.03.76	16	10	6

- En dessous du fond de travail du rotovator (25 cm), on enregistre un développement moindre de l'enracinement par rapport au traitement T3.

- La prospection du profil cultural (0-40 cm) par les racines est en rapport avec la profondeur du travail du sol, les discontinuités horizontales créées par le travail du sol et (ou) les horizons sous-jacents (caractérisés par une densité, une cohésion et une perméabilité nettement moins favorables que celles des horizons supérieurs) sont des obstacles à une croissance régulière de l'enracinement en profondeur ; et ce, d'autant plus que le travail du sol est superficiel.

#### 4. CONCLUSION.

La croissance de l'enracinement de l'ananas est particulièrement sensible aux différents états structuraux créés par le travail du sol ; note par exemple actuellement, dans la bibliographie, que le développement racinaire des plantes est limité lorsque la densité apparente sèche est nettement supérieure à 1,5 g/cm<sup>3</sup> en général (D.J. O'CONNELL, 1975). Dans le cas de l'ananas on observe un développement racinaire réduit avec une densité voisine de 1,4 g/cm<sup>3</sup>.

- Cette sensibilité est à moduler suivant la position du cycle cultural par rapport au cycle climatique :

- . En effet, dans le cadre de cet essai, on n'a pas observé de différence dans la croissance des parties aériennes entre les traitements T2 et T3 (de RICAUD, HAINNAUX, 1977) ; de même la croissance racinaire sur les cinq premiers mois présentait une grande similitude. La phase de croissance active des plants se terminait à l'arrivée de la saison des pluies.

- . Par contre il en a été autrement lors d'un essai précédent (HAINNAUX, de RICAUD, 1977) : T'2 et T'3 après avoir eu un développement synchrone pendant 5 mois, tant des parties aériennes que du système racinaire se sont différenciés à la fin de la saison des pluies :

- poursuite d'une croissance racinaire et aérienne pour T'3
- arrêt de la croissance racinaire et croissance aérienne pour T'2.

- L'étude de ces liaisons états structuraux - croissance racinaire de l'ananas est actuellement poursuivie dans le cadre de nouveaux essais, en insistant plus particulièrement sur l'aspect "conditions de fonctionnement" du système racinaire.

- de BOISSEZON, P., BONZON, B., TALINEAU, J.C.- 1969 - Profils culturaux sous ananas dans la plantation de la SALCI à Ono.  
Côte d'Ivoire, Adiopodoumé, ORSTOM, 14 p., multigr.
- BONZON, B.- 1969 - Observations préliminaires sur la croissance et le développement du système racinaire de l'ananas (*Comosus L.*).  
J. West Afric. Sc. Ass., 14, 73-8.
- BOURRIER, M.- 1965 - La mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols par la méthode Vergière.  
Bulletin technique du Génie Rural, 36 p.
- HAINNAUX, G., de RICAUD, J. - 1977 - Phases d'émission racinaire d'un rejet d'ananas.  
ORSTOM. Rapport multigr., 13 p.
- HAINNAUX, G., de RICAUD, J. - 1977 - Etudes préliminaires de l'influence des techniques de travail du sol sur la croissance de l'ananas.  
ORSTOM, Rapport multigr., 21 p.
- INFORZATO, R., GIACOMELI, E.J., ROCHELLE, L.A. - 1968 - Le système racinaire au 4ème, 8ème et 12ème mois d'ananas implantés en début de saison sèche sur un latosol.  
Bragantia, 27, pp.135-141.
- O'CONNELL, D.J. - Soil physical conditions and crop production.  
MAFF Technical Bulletin 29, pp. 293-313.
- STOLZY, L.H. - 1974 - The soil atmosphere, in The plant root and its environment, pp. 335-355 (Carson, E.W., ed.)  
Univ. Virginia Press, Charlottesville.