

LE SOUS-SOLAGE EN BANANERAIE

par J. GODEFROY (*).

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

LE SOUS-SOLAGE EN BANANERAIE

par J. GODEFROY (I. F. A. C.).

Fruits, vol. 22, n° 8, sept. 1967, p. 341 à 350.

RÉSUMÉ. — Les effets du sous-solage dans les bananeraies sont étudiés dans trois types de sols, par la méthode d'observation des profils culturaux.

L'action du sous-solage varie beaucoup avec la structure des horizons du sol.

Les effets les plus visibles ont été observés dans un sol présentant à faible profondeur (30 à 35 cm) un horizon cendreur cimenté. Dans les autres cas étudiés, l'action bénéfique du sous-solage apparaît moins nettement.

Le sous-solage qui a pour but de diviser les couches profondes du sol, parce que l'on considère qu'elles sont trop compactes ou trop dures pour permettre la pénétration des racines ou de l'eau, a fait l'objet, ces dernières années, d'essais sur différentes stations de l'Institut français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.).

Des résultats variables ont été obtenus : dans certains cas le sous-solage a eu des effets visibles sur la croissance de la plante, dans d'autres cas l'effet a été inexistant.

Étant donné le prix élevé de cette technique culturale, il importe de ne la pratiquer qu'à bon escient. Dans cette note nous donnons les conclusions des observations que nous avons pu faire en étudiant un certain nombre de profils culturaux dans des parcelles ayant été sous-solées. Les descriptions détaillées des profils ont fait l'objet de rapports diffusés aux stations intéressées ; nous ne donnons dans cette note que les caractéristiques schématisées des différents types de sols observés et les observations que nous avons pu faire.

STATION DE NYOMBÉ, CAMEROUN

CARACTÉRISTIQUES DES SOLS

Les sols de la station de Nyombé présentent une grande homogénéité en surface.

Ce sont des sols brun foncé, sablo-argileux, formés sur lapillis. Ils sont très humifères et possèdent une belle structure grumeleuse.

Ces sols diffèrent cependant par :

1° L'existence à profondeur variable d'un horizon gris constitué par des cendres volcaniques cimentées.

Cet horizon appelé localement « dalle » est en fait une sorte d'aliol plus ou moins dur suivant les zones. Cet horizon constitue un obstacle à la pénétration des racines du bananier lorsqu'il se trouve à faible profondeur (25 à 30 cm).

2° L'existence à faible profondeur (généralement 25 à 30 cm) d'un horizon de lapillis, de 5 à 10 cm d'épaisseur. Lorsque cet horizon existe, il fait obstacle au développement en profondeur des racines du bananier. Dans les parcelles anciennement cultivées qui

(*) Cette étude a été réalisée en collaboration avec les agronomes des stations intéressées : J. Lecoq et J. Marsault pour le Cameroun ; J. Robin pour Madagascar ; M. Beignon et J. M. Charpentier pour la Côte d'Ivoire.

ont été travaillées mécaniquement, cet horizon a pratiquement disparu.

En fonction des types de sols définis ci-dessus, le sous-solage a un effet ou non sur le développement du bananier ; cette technique ne se justifie donc pas dans tous les cas.

SOUS-SOLAGE A EFFET VISIBLE

Profil NY 1.

Emplacement : parcelle G. P. M. P

Végétation : variété Gros Michel

Date : le 9-3-65

Travaux culturaux :

1962 : Destruction de la bananeraie (Poyo). Enfouissement à la charrue à disques. Sous-solage croisé : écartement 1 m, profondeur 0,60 m.

Profil :

0 à 35 cm : horizon brun très foncé, sableux, humifère, structure grumeleuse, densité forte de racines de bananier.

35 à 60 cm : horizon gris foncé cendreuse faiblement cimenté, dur (dalle), racines rares. On retrouve dans cet horizon la trace des raies du sous-solage effectué 3 ans auparavant. Aux emplacements du passage du soc de la sous-soleuse, l'horizon cimenté est remplacé par de la terre provenant de l'horizon supérieur dans laquelle se développent les racines du bananier (fig. 1).

A plus de 60 cm : horizon gris foncé, cendreuse, fortement cimenté (se casse difficilement au marteau), racines absentes.

Conclusion.

Ce profil montre très nettement l'action de la structure du sol sur le développement des racines du bananier ainsi que l'action du sous-solage.

Dans l'horizon à structure grumeleuse les racines se développent abondamment, mais la pénétration est stoppée au niveau de l'horizon cimenté même lorsque le degré de cimentation est faible.

Le passage du coutre de la sous-soleuse brise l'horizon cimenté et la terre de l'horizon de surface remplit les fissures. On retrouve très nettement après 3 ans les emplacements du passage du coutre dans l'horizon 35-60 cm. A ces endroits, la couleur est brune au lieu de grise, la structure est grumeleuse et meuble, la dureté est faible, la densité des racines élevée.

Dans l'horizon de surface à structure grumeleuse,

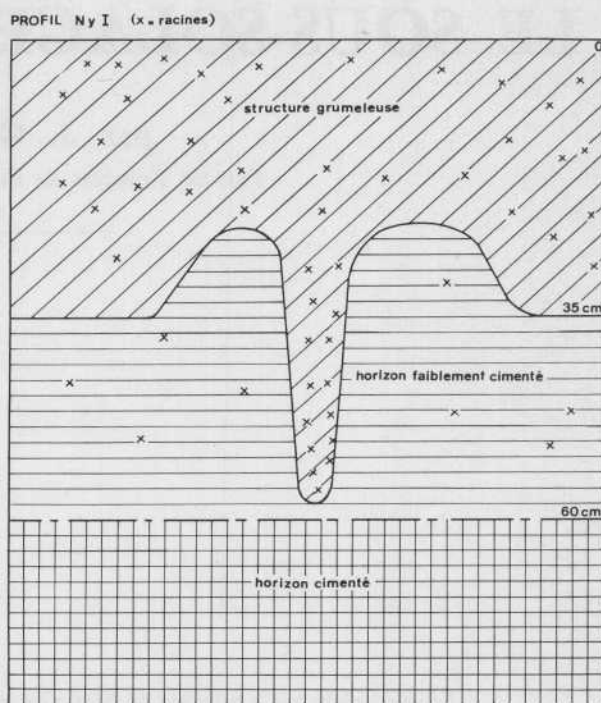


FIG. 1. — Schéma montrant l'action du passage du coutre de la sous-soleuse dans l'horizon cendreuse faiblement cimenté.

on ne retrouve pas de traces du travail de la sous-soleuse ni en-dessous de 60 cm puisque c'est la limite de pénétration du coutre.

SOUS-SOLAGE A EFFET PEU VISIBLE

Profil NY 3.

Emplacement : essai orientation

Végétation : variété Poyo.

Date : le 9-3-65.

Travaux culturaux :

Mai 1964 : Destruction et enfouissement de la végétation à la charrue à disques, sous-solage croisé, : écartement = 0,80 m, profondeur 0,60 m.

Pour planter, on ouvre des sillons avec le ditcheur dans lesquels on dépose les rejets ou les souches de bananiers. Les sillons ne sont que partiellement comblés lors de la plantation. Après un an, le sillon est pratiquement refermé.

Profil :

0 à 30 cm : horizon brun gris très foncé, humifère, sableux, structure grumeleuse. Densité moyenne de racines bien réparties dans l'horizon.

Limite diffuse dans la raie du ditcheur où cet hori-

zon descend à environ 10 cm dans l'horizon sous-jacent (lapillis), limite distincte et régulière de part et d'autre de la raie.

30 à 42 cm : horizon de lapillis. Les racines du bananier ne se développent pas dans cet horizon mais le traversent.

Limite brutale et régulière.

42 à 110 cm : horizon brun rouge foncé, argilo-sableux, structure polyédrique grossière. Densité moyenne de racines de bananiers, bien réparties dans tout l'horizon jusqu'à 1 m.

Limite nette et régulière.

A plus de 110 cm : horizon cimenté (dalle).

Conclusion.

On ne retrouve pas comme dans le profil NY 1 la trace du coure de la sous-soleuse, bien que le sous-solage ait été effectué récemment.

On observe par contre, dans le sillon du ditcheur un remaniement des horizons et en particulier la disparition de l'horizon de lapillis ; cet horizon est mélangé à l'horizon 0-30 cm. C'est dans le sillon dans lequel le bananier a été planté que les racines descendent le plus profondément.

Les racines ne se développent pas dans l'horizon de lapillis, mais celui-ci ne constitue pas un obstacle à leur pénétration. Le sous-solage dans cette parcelle ne se justifie pas, l'effet n'est plus visible moins d'un an après.

La technique de plantation par ouverture de fossé au ditcheur est intéressante, car outre sa rapidité, elle permet de perturber l'horizon de lapillis.

PROFILS DANS L'ESSAI SOUS-SOLAGE

Des observations ont été effectuées dans les parcelles sous-solées et non sous-solées.

STATION D'IVOLOÏNA, MADAGASCAR

Une seule parcelle avait été sous-solée sur la station lorsque nous avons fait l'observation.

Les conclusions que nous tirons ne prétendent donc pas régler définitivement le problème du sous-solage sur la station d'Ivoloïna.

Profil Mad 4.

Emplacement : carré 3.

Végétation : variété Américani.

Date : le 5-10-65.

Dans cet essai dont le profil est identique au profil NY 3 l'action du sous-solage apparaît un peu plus nettement sur le profil. Dans la partie sous-solée les limites des horizons sont plus diffuses et l'horizon de lapillis est perturbé aux endroits de passage du coure de la sous-soleuse. On n'observe pas toutefois de différences de développement des racines entre les parcelles sous-solées et non sous-solées. Dans les 2 parcelles la densité des racines est surtout élevée à l'emplacement du sillon ; à cet endroit les racines descendent jusqu'à 70 cm de profondeur.

L'étude agronomique n'a pas permis de mettre en évidence des différences entre les deux traitements (renseignements J. MARSEAULT).

CONCLUSION

Cette étude montre :

1° *L'intérêt du sous-solage* dans les zones où l'horizon cimenté est à faible profondeur. Le coure de la sous-soleuse en brisant cet horizon durci, qui fait obstacle à la pénétration des racines du bananier, permet à celles-ci de se développer en profondeur, et d'augmenter ainsi le volume de sol prospecté.

2° *L'intérêt discutable du sous-solage* dans les zones où l'horizon cimenté est suffisamment profond, mais où il y a un horizon de lapillis à faible profondeur. Le sous-solage permet dans une certaine mesure de mélanger l'horizon de lapillis avec l'horizon sous-jacent. La disparition de l'horizon de lapillis est intéressante car le développement des racines dans cet horizon est faible. Le travail au ditcheur utilisé pour la plantation permet une bien meilleure destruction de l'horizon de lapillis que le sous-solage et la rentabilité du sous-solage dans ce cas c'est pas certaine.

Travaux cultureux : sous-solage simple en novembre 1964 : distance = 1 m, profondeur = 0,60 m., binage autour des bananiers.

Profil :

0 à 40 cm : horizon brun foncé, humifère, argilo-sableux, structure polyédrique moyenne à grossière, plastique. Densité forte de racines de bananiers bien réparties dans tout l'horizon.

Limite brutale et ondulée.

40 à 100 cm : horizon brun jaune, sablo-argileux (sable fin micacé), structure massive, sous-structure polyédrique très grossière, peu plastique, légèrement compact, cohérent.

Racines absentes.

La tranchée a été creusée de façon à couper perpendiculairement 2 lignes de sous-solage (les raies sont visibles à la surface du sol).

Action sur le profil.

Le sous-solage n'a aucun effet visible sur les différents éléments d'appréciation du profil :

— humidité, couleur, structure, enracinement.

Il serait impossible de localiser les raies si celles-ci n'étaient pas visibles à la surface.

Action sur la dureté.

Nous avons effectué un certain nombre de mesures de dureté avec le « Soil penetrometer », d'une part dans les raies de sous-solage, d'autre part, de part et d'autre des raies.

Dureté moyenne
(kg/cm²).

PROFONDEUR (cm)	(1) ENTRE LES RAIES	(2) DANS LA RAIE	(1) — (2)
10	0,92	0,62	+ 0,3
20	0,65	0,62	+ 0,03
40	1,21	1,35	— 0,14
50	1,15	1,27	— 0,12
60	1,13	1,29	— 0,07

Conclusion.

Le sous-solage n'a eu aucune action sur l'ameublissement du sol.

Action sur la perméabilité.

Des mesures de perméabilité effectuées in situ en utilisant la méthode PORCHET : d'une part dans les raies de sous-solage, d'autre part entre les raies, ont donné les résultats suivants :

Dans les raies de sous-solage.

à 25 cm	à 50 cm
$K_{14} = 0,7 \times 10^{-6}$	$0,7 \times 10^{-6}$
$K_{17} = 1,2 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$

Entre les raies de sous-solage

à 25 cm	à 50 cm
$K_{15} = 0,6 \times 10^{-6}$	$7,5 \times 10^{-6}$
$K_{16} = 0,5 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$

Ces résultats ne permettent pas de conclure à une action positive du sous-solage.

Dans les deux cas le sol est très peu perméable.

Conclusion.

Le sous-solage dans le cas étudié a après 1 an, un effet nul.

On peut attribuer la raison de ce résultat négatif au fait que bien qu'effectué à la saison la moins pluvieuse, le sous-solage a dû être réalisé dans un terrain humide, au moins dans l'horizon de profondeur. Cela serait à vérifier, mais étant donné la répartition des pluies le sous-sol doit constamment être humide.

L'une des conditions d'efficacité d'un sous-solage en terrain argilo-sableux, et à structure peu développée et plastique est qu'il soit effectué dans un sol sec.

Du point de vue agronomique, il n'a pas été constaté d'effets visibles (renseignement J. ROBIN).

STATION D'AZAGUIÉ, CÔTE D'IVOIRE

INTRODUCTION

Un essai « mécanisation » a été mis en place en décembre 1965. On compare trois traitements :

P₁ : sous-solage croisé, distance : 1 m, profondeur 0,60 m.

P₂ : labour manuel.

P₃ : sous-solage simple suivant la ligne de plus grande pente, distance 1 m, profondeur 0,60 m.

L'essai qui comporte 5 répétitions est divisé en 3 sous parcelles correspondant à des différences topographiques.

h : haut de pente et plateau.

b : bas de pente et milieu de pente.

La plantation a été effectuée par trouaison dans toutes les parcelles.

SITUATION — TOPOGRAPHIE — SOL

Cet essai est situé dans le carré 4. Comme toute la station, le relief est accidenté et l'essai occupe successivement :

- un bas de pente (pente = 15 %),
- un milieu de pente (pente = 8 à 15 %),
- un haut de pente (pente = 8 %),
- un plateau (pente inférieure à 5 %).

La topographie est un facteur déterminant les différences qui existent entre les divers types de sols, elle est donc un facteur d'hétérogénéité.

Le facteur prédominant de l'hétérogénéité est dû surtout à la présence de graviers et de cailloux de quartz. Ces horizons graveleux et caillouteux dominant dans le haut de pente et le plateau, mais on trouve également des zones caillouteuses en milieu et bas de pente (en particulier dans les blocs I et V).

OBSERVATIONS DE PROFILS DE SOL

Nous avons observé 6 profils :

- 3 en haut de pente : un dans chaque traitement,
- 3 en bas de pente : un dans chaque traitement.

Les observations ont été effectuées en pleine saison des pluies le 8-7-66 soit 7 mois après le labour ou le sous-solage. Au moment de l'observation le sol était humide, puisqu'il y a eu 21 jours de pluie au mois de juin (hauteur = 506 mm) et 6 jours de pluie du 1^{er} au 7 juillet (220 mm).

Date	Hauteur des pluies	m/m
1-7		21
2-7		8
3-7		76
4-7		47
6-7		65
7-7		3

PROFILS OBSERVÉS EN HAUT DE PENTE

Profil Az 1.

Emplacement : essai mécanisation parcelle P₁ B 1, à 0,50 m d'un bananier.

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri)

Topographie : Haut de pente (P = 8 %)

Travaux culturaux ; sous-solage croisé

Étude du profil.

0 à 15 cm — sol très humide, couleur uniforme 10 YR 4/1 (gris foncé), horizon humifère, texture sablo-argileuse, graveleux (quartz), structure grumeleuse, peu adhésif, plastique.

Limite de l'horizon brutale et régulière.

15 à 65 cm — sol très humide, couleur uniforme 7,5 YR 5/6 (brun jaune), non humifère, très graveleux, argilo-sableux, structure du type poudingue, limite graduelle et régulière.

65 à 130 cm — sol saturé, nappe à 120 cm, couleur bariolée : fond 5 YR 5/6 (rouge jaunâtre) tacheté de rouge (quartz ferruginisé), texture argileuse, peu graveleux, structure massive, sous structure polyédrique grossière, peu adhésif, très plastique.

Étude de l'enracinement.

0-15 cm : densité faible, nécrosées.

15-65 cm : rares.

65-130 cm : absentes.

Conclusion sur ce profil.

Il est impossible après 7 mois de localiser les raies de passage du coutre de la sous-soleuse, tant dans le profil qu'à la surface du sol.

Il n'y a pas d'enracinement préférentiel permettant de mettre en évidence l'action bénéfique du sous-solage.

L'enracinement est très médiocre et les racines nécrosées.

Profil Az 2.

Emplacement : essai mécanisation parcelle P₂ B 1 à 0,50 m d'un bananier

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri).

Topographie : haut de pente (P = 8 %).

Travaux culturaux : labour manuel au « 3 dents » sur 30 cm de profondeur

Étude du profil.

Ce profil est identique au profil Az₁ situé à 5 m en même position topographique. La seule différence entre ce profil et le précédent est que l'horizon humifère gris foncé a été perturbé par le labour. L'épaisseur de cet horizon n'est que de 10 cm et sa limite avec l'horizon sous-jacent est moins nette ; nappe à 100 cm.

Étude de l'enracinement.

Densité faible de 0 à 10 cm, rares de 10 à 40 cm absentes en dessous.

Conclusion sur ce profil.

Comme dans Az₁ l'enracinement du bananier est très médiocre, les racines sont fortement nécrosées.

Les mottes de terre dues au labour sont visibles à la surface du sol.

Profil Az 3.

Emplacement : essai mécanisation, parcelle P₃ B II à 0,50 m d'un bananier.

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri).

Topographie : identique à Az 1 et Az 2.

Travaux culturaux : sous-solage dans le sens de la ligne de plus grande pente (est-ouest).

Étude du profil.

Profil en tous points comparable au profil Az 1.

L'horizon humifère gris foncé de 15 à 20 cm d'épaisseur est très nettement différencié de l'horizon sous-jacent, nappe à 110 cm.

Étude de l'enracinement.

Très médiocre comme dans Az 1 et Az 2.

Conclusion sur le profil.

Il est impossible après 7 mois de localiser les emplacements du passage du coutre de la sous-soleuse.

PROFILS DE BAS DE PENTE

Les trois profils ouverts dans les mêmes parcelles : P₁ B I, P₂ B I, P₃ B II qu'en haut de pente n'ont pu être observés correctement du fait de la hauteur de la nappe d'eau.

Profil Az 4.

Emplacement : essai mécanisation parcelle P₁ B I à 0,50 m d'un bananier.

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri)

Topographie : bas de pente (P = 15 %).

Travaux culturaux : sous-solage croisé.

Étude du profil : Il est impossible de localiser les emplacements du passage du coutre de la sous-soleuse.

Le développement des racines est légèrement supérieur à celui observé dans la même parcelle en haut de pente, mais il est toujours médiocre, nappe à 90 cm.

Profil Az 5.

Emplacement : essai mécanisation parcelle P₂ B I à 0,50 m d'un bananier.

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri).

Topographie : bas de pente (P = 15 %).

Travaux culturaux : labour manuel.

Étude du profil : On n'observe pas comme dans le profil du haut de pente de perturbation de l'horizon humifère, cet horizon est très nettement différencié dans les 3 profils de bas de pente.

Enracinement comparable dans les 3 profils de bas de pente, nappe à 130 cm.

Profil Az 6.

Emplacement : essai mécanisation parcelle P₃ B II à 0,50 m d'un bananier.

Végétation : bananier Poyo de 7 mois (non fleuri).

Topographie : bas de pente (P = 15 %).

Travaux culturaux : sous-solage dans le sens de la ligne de plus grande pente.

Étude du profil : niveau de la nappe à 30 cm une heure après l'ouverture de la tranchée, d'où l'impossibilité d'observer le profil.

Le fait que la nappe soit très proche de la surface est dû à la topographie et non au traitement (légère dépression).

Action sur la dureté.

La présence de graviers et de cailloux en forte proportion rend impossible des mesures de dureté avec le pénétromètre.

Perméabilité : K en m/s.

	à 30 cm	à 60 cm
Parcelles 1.		
Bloc I.....	600 × 10 ⁻⁶	7,0 × 10 ⁻⁶
Bloc II.....	200 × 10 ⁻⁶	7,0 × 10 ⁻⁶
Bloc III.....	47 × 10 ⁻⁶	3,0 × 10 ⁻⁶
Bloc IV.....	30 × 10 ⁻⁶	28 × 10 ⁻⁶
Bloc V.....	7,6 × 10 ⁻⁶	1,8 × 10 ⁻⁶
Parcelles 2.		
Bloc I.....	120 × 10 ⁻⁶	8,0 × 10 ⁻⁶
Bloc II.....	6,0 × 10 ⁻⁶	3,0 × 10 ⁻⁶
Bloc III.....	0,5 × 10 ⁻⁶	3,5 × 10 ⁻⁶
Bloc IV.....	1,4 × 10 ⁻⁶	2,3 × 10 ⁻⁶
Bloc V.....	1,7 × 10 ⁻⁶	0,1 × 10 ⁻⁶
Parcelles 3.		
Bloc I.....	1,0 × 10 ⁻⁶	3,2 × 10 ⁻⁶
Bloc II.....	8,0 × 10 ⁻⁶	1,5 × 10 ⁻⁶
Bloc III.....	4,0 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶
Bloc IV.....	0,7 × 10 ⁻⁶	1,0 × 10 ⁻⁶
Bloc V.....	1,0 × 10 ⁻⁶	1,8 × 10 ⁻⁶
Bloc VI.....	1,4 × 10 ⁻⁶	0,7 × 10 ⁻⁶

Action sur la perméabilité.

Nous avons effectué les mesures de perméabilité par la méthode PORCHET à deux profondeurs : 30 cm et 60 cm.

L'impossibilité de retrouver les emplacements des raies de sous-solage ne nous a pas permis de comparer la perméabilité dans les raies et entre les raies comme nous avons pu le faire à Madagascar. Les mesures ont donc été effectuées en un point quelconque de chaque parcelle mais toujours de la même façon. (Voir tableau page précédente).

La signification de ces résultats d'après les classes adoptées par le Génie rural est la suivante :

*Horizon de surface
(0 à 30 cm).*

	TRÈS PERMÉABLE (%)	PERMÉABLE (%)	PEU PERMÉABLE (%)	IMPER- MÉABLE (%)
P ₁	40	40	20	0
P ₂	16	33	33	16
P ₃	0	33	48	16

*Horizon de profondeur
(30 à 60 cm).*

	TRÈS PERMÉABLE (%)	PERMÉABLE (%)	PEU PERMÉABLE (%)	IMPER- MÉABLE (%)
P ₁	0	60	40	0
P ₂	0	33	48	16
P ₃	0	16	66	16

Conclusion.

1) Les traitements ont une action sur la perméabilité. K décroît des traitements 1 à 3 c'est-à-dire :
— sous-solage croisé
— labour manuel
— sous-solage simple.

Chacun de ces traitements est décalé par rapport à l'autre d'une classe de perméabilité.

2) La perméabilité dans l'horizon de profondeur est inférieure à celle de l'horizon supérieur ; le décalage est d'environ une classe.

Action sur l'humidité du sol.

Nous avons effectué 2 séries de mesures en saison des pluies.

— 24 heures après une pluie de 65 m/m.

— Après 4 jours sans pluie.

*Humidité sur sol non ressuyé (8-7-66).**Humidité en haut de pente (1)
(0 à 30 cm).*

BLOC	I	II	III	IV	V	MOYENNE TRAI- TEMENT
Traitement 1.....	32	28	32	24		29,0
Traitement 2.....	33	29	34	31	35	32,4
Traitement 3.....	29	26	26	25	31	27,4
Moyenne bloc.....	31,3	27,7	30,7	26,7	33,0	

(1) Résultats exprimés en p. cent du poids de terre sèche.

Analyse statistique.

ORIGINE	VA- RIAN- CE	F EX- PÉRI- MEN- TAL	F LIMITE DE LA TABLE P = 0,05 P = 0,01		SIGNI- FICA- TION
Traitements.	32	10,6	4,74	9,55	+++
Blocs.....	18	6	4,12	7,85	++
Erreur.....	3,1				

Les variations entre les traitements et entre les blocs sont significatives.

La p. p. d. s. entre les traitements pour P = 0,05 est égale à 2,65.

L'humidité dans les parcelles 2 est significativement plus élevée que dans les parcelles 1 et 3, mais 1 et 3 ne sont pas différents.

Le coefficient de variation pour l'ensemble de l'essai est de 6 %.

*Humidité en haut de pente
(30 à 60 cm).*

BLOC	I	II	III	IV	V	MOYENNE TRAI- TEMENT
Traitement 1.....	26	26	34	32		29,5
Traitement 2.....	31	30	38	31	27	31,4
Traitement 3.....	26	27	26	21	33	26,6
Moyenne bloc....	27,7	27,7	32,7	28,0	30,0	

Analyse statistique.

ORIGINE	VA- RIANCE	F EXPÉ- RIMEN- TAL	F LIMITE DE LA TABLE P = 0,05	SIGNI- FICATION
Traitements.....	29	1,52	4,74	N. S.
Blocs.....	14	0,73	4,12	N. S.
Erreur.....	19			

Les moyennes entre les traitements et les blocs ne sont pas significativement différentes.

Le coefficient de variation est plus élevé que pour l'horizon supérieur : CV = 15 %.

Humidité sur sol ressuyé (II-7-66).

*Humidité en haut de pente
(0 à 30 cm).*

BLOC	I	II	III	IV	V	MOYENNE TRAI- TEMENT
Traitement 1.....	26	33	26	24		27,3
Traitement 2.....	35	33	28	27	30	30,6
Traitement 2.....	30	28	23	25	29	27,0
Moyenne bloc....	30,3	31,3	25,7	25,3	29,5	

Analyse statistique.

ORIGINE	VA- RIANCE	F EXPÉ- RIMEN- TAL	LIMITE DE LA TABLE P = 0,05	SIGNI- FICATION
Traitements.....	19,5	3,7	4,74	N. S.
Blocs.....	22,5	4,24	4,12	++
Erreur.....	5,3			

Les différences entre traitement ne sont pas significatives. Le coefficient de variation est de 8 %.

*Humidité en bas de pente
(0 à 30 cm).*

BLOC	I	II	III	IV	V	MOYENNE TRAI- TEMENT
Traitement 1.....	34	27	25	24		27,5
Traitement 2.....	28	27	28	27	23	26,6
Traitement 3.....	31	28	26	24	24	26,6
Moyenne bloc....	31,0	27,3	26,3	25,0	23,3	

Analyse statistique.

ORIGINE	VA- RIANCE	F EXPÉ- RIMEN- TAL	F LIMITE DE LA TABLE P = 0,05	SIGNI- FICATION
Traitements.....	1	0,2	4,74	N. S.
Blocs.....	21	5,1	4,12	++
Erreur.....	4,14			

Les différences entre traitements ne sont pas significatives. Le coefficient de variation est de 8 %.

Conclusion.

1. L'humidité du sol est la plus élevée dans les parcelles 2. Bien que l'analyse statistique nous indique que la différence n'est significative que dans un cas (mesure du 8-7-66 de 0 à 30 cm, en haut de pente), les parcelles labourées sont en général plus humides. Les valeurs d'humidité élevées correspondent aux parcelles où les mottes sont bien conservées à la surface du sol, et où par conséquent le ruissellement est le moins important.

2. L'humidité n'est pas différente dans les parcelles 1 (sous-solage croisé) et 3 (sous-solage simple).

3. Les humidités dans l'horizon de surface (0-30) et dans l'horizon de profondeur (30-60) sont pratiquement les mêmes.

L'humidité du sol 24 heures après une pluie est pratiquement la même qu'après 4 jours sans pluie. Notons que cette observation est valable pour la saison des pluies mais ne l'est probablement pas en saison sèche lorsque l'évapo-transpiration journalière est élevée.

CONCLUSION

Cette étude effectuée 7 mois après la plantation dans l'essai mécanisation nous a permis de mettre en évidence quelques différences entre les traitements.

1. L'horizon humifère est moins nettement différencié dans les parcelles labourées (2) que dans les parcelles sous-solées (1 et 3), mais nous n'avons pas pu mettre en évidence de différences de développement des racines entre les traitements.

2. La perméabilité est la plus élevée dans les parcelles dans lesquelles on a effectué un sous-solage croisé, elle est la plus faible dans les parcelles qui n'ont été sous-solées que dans un seul sens.

3. Les parcelles labourées retiennent davantage l'eau que les parcelles sous-solées ; c'est un avantage en saison sèche, mais peut-être un inconvénient en saison de pluies.

En bas de pente où le ruissellement a fait disparaître les mottes à la surface du sol, l'humidité n'est pas plus élevée que dans les parcelles sous-solées.

4. L'étude agronomique effectuée par J. M. Charpentier montre une légère supériorité du sous-solage croisé par rapport au sous-solage simple ou au labour seul.

		TRAITEMENTS		
		1	2	3
1 ^{er} Cycle	Poids moyen des régimes en kg.	15,5	14,8	14,5
	Nombre de mains par régime..	7,1	6,9	6,9
	Hauteur de bananiers au stade coupe en cm.....	222	219	219
	Circonférence des stipes à 1 m au stade coupe en cm.....	42,1	41,5	41,3
2 ^e cycle	Hauteur des rejets à la coupe du 1 ^{er} fruit en cm.....	112	111	111
	Hauteur des bananiers en février 1967 en cm.....	178	168	165
	Circonférence des stipes à 1 m en février 67 en cm.....	32	29	29
	Circonférence des stipes à 1 m en avril 67 en cm.....	44	42	41

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude effectuée dans 3 groupes de sols différents : sols bruns eutrophes formés sur un matériau d'origine volcanique (Cameroun), sols d'alluvions d'origine fluviale (Madagascar), sols jaunes ferrallitiques de pente (Côte d'Ivoire), montre que le sous-solage a des effets plus ou moins visibles suivant la structure des horizons du sol.

Dans les sols de la station de Nyombé le sous-solage a un effet très visible dans les zones où existe un horizon cendreau cimenté à faible profondeur (30-35 cm) ; dans cet horizon les emplacements du passage du coutre de la sous-soleuse sont encore visibles 3 ans après, et les racines des bananiers pénètrent plus profondément.

Lorsqu'il y a un horizon de lapillis, le sous-solage n'est pas nécessaire si la plantation est effectuée dans des sillons ouverts avec le ditcheur.

A la station d'Ivoloina dans un sol à texture argilo-sableuse et à structure peu développée et plastique, les effets du sous-solage ne sont plus visibles dans le profil après un an.

Dans les sols de la station d'Azaguié à texture sablo-argileuse à argilo-sableuse très graveleuse, le sous-solage croisé a eu un effet légèrement supérieur au labour manuel ; mais on n'a pas mis en évidence d'amélioration due au sous-solage simple. L'action bénéfique du sous-solage croisé s'est traduite par une augmentation de la récolte de 5%.

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SOLS ETUDIES

Profils	NY1	Mad 4	AZ 1(*)		AZ2		AZ3		AZ4		AZ5		AZ6	
Profondeur en cm	0-25	0-25	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
Porosité totale %	62	62	57	61	62	57	58	58	57	59	56	53	59	56
Poids spécifique apparent	0,87	0,98	1,12	1,02	1,00	1,12	1,18	1,09	1,12	1,08	1,15	1,22	1,08	1,15
Humidité à pF ₃ (% du volume)	32,9	22,8	24,8	25,6	20,2	26,1	19,9	22,8	20,6	24,0	20,9	23,9	18,6	27,6
Humidité à pF _{4,2} (% du volume)	27,1	12,2	17,3	20,5	14,4	18,0	14,2	18,1	15,1	17,8	13,9	18,7	13,1	20,5
Eau utilisable : EU % (% du volume)	5,8	10,6	7,5	5,1	5,8	8,1	5,7	4,7	5,5	6,2	7,0	5,2	5,5	7,1
Capacité pour l'air : A %	29,0	39,2	32,2	35,4	41,8	30,9	35,1	35,2	36,4	35,0	35,1	29,1	40,4	28,4
Porosité utile : Pu %	34,9	49,8	39,7	40,5	47,9	39,0	40,8	39,9	41,9	41,2	42,1	34,3	45,9	35,5
Indice d'instabilité : I _s	0,39	0,36	2,16	4,00	0,91	4,24	1,34	3,70	1,02	3,37	1,00	2,77	0,71	2,78
Indice de perméabilité : K cm/h	4,9	3,72	0,52	0,16	1,38	0,12	1,12	0,23	1,35	0,30	1,18	0,10	1,41	0,09
Stabilité structurale : S _t	74	72	41,9	27,2	56,8	22,9	52,2	31,1	60,2	30,5	56,8	25,9	63,9	25,8
Indice général de structure : F ₁ = S _t x √P _{ux} Eu	1,048	1,659	723	390	393	407	795	425	912	486	975	345	1,014	409
Indice de ressuyage : F ₂ = Ax log 10 K	49	61	23	7	48	3	37	13	49	10	41	3	57	3
Indice d'humidité He = $\frac{\sqrt{P_{ux}Eu}}{S_t}$	0,19	0,32	0,41	0,53	0,29	0,77	0,29	0,44	0,25	0,52	0,30	0,51	0,25	0,61
Argile %	14	24	21	33	20	25	29	33	23	26	21	26	21	30
Limon %	34	10	5	6	9	9	6	5	7	7	7	7	7	7
Limon grossier %	14	8	15	11	13	10	12	10	13	10	13	12	13	11
Sable fin %	15	34	27	20	28	18	25	18	25	20	25	20	24	18
Sable grossier %	18	22	30	31	28	34	29	34	32	34	32	33	33	32
Matière organique totale %	4,7	3,3	2,4	1,1	3,0	1,2	1,8	0,9	2,3	1,2	2,6	1,2	2,4	1,0

(*) - Les résultats des profils AZ sont les moyennes des cinq blocs.

CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DES REGIONS ETUDIEES

Hauteur des pluies en m/m

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nyombé (Cameroun)	33	66	192	224	288	279	418	445	489	447	107	24	3.012
Ivoloña (Madagascar)	365	408	441	347	255	250	211	206	132	78	165	214	3.071
Azaguié (Côte d'Ivoire)	38	78	148	152	222	361	191	35	120	217	205	62	1.821

Evapotranspiration calculée (*) en m/m

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nyombé (Cameroun)	135	125	140	140	135	130	135	130	130	135	130	135	1.600
Ivoloña (Madagascar)	135	135	130	110	100	85	80	80	85	100	115	125	1.280
Azaguié (Côte d'Ivoire)	130	125	140	140	140	135	135	130	130	135	130	130	1.600

(*) - Formule de Blaney et Criddle.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) DABIN (B). — Relations entre les propriétés physiques et la fertilité dans les sols tropicaux. *Ann. agron.*, 1962, 13 (2) III-140.
- (2) DABIN (B) et LENEUF (N.). — Les sols de bananeraies de la Côte d'Ivoire. *Fruits.*, vol. 15, n° 2, 1960, p. 77-87.
- (3) GODEFROY (J.). — Étude de différents sols de bananeraies : relation entre le profil et le développement des racines du bananier. Avril 1966. — Rapport inédit I. F. A. C.
- (4) GODEFROY (J.). — Le sous-solage en bananeraie. *Rapport annuel I. F. A. C.*, 1966, doc. 49.
- (5) HENIN (S.), FÉODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1960. Le profil cultural. *S. E. I. A.* Paris, 1 vol., 320 p.
- (6) MAIGNIEN (R.). Caractérisation des profils de sol. — *Bull. bibliographique de pédologie O. R. S. T. O. M.*, tome XI, fasc. 2, 1962.