

LES EFFETS AGRONOMIQUES DU TRAVAIL DU SOL EN ZONE TROPICALE SÈCHE

par

R. NICOU

I. R. A. T./Sénégal

J. F. POULAIN

I. R. A. T./Haute-Volta

Poursuivant la publication de certaines des Communications qui ont été faites au Séminaire Machinisme Agricole de Bambey (cf. nos 35 et 36 de M. A. T.), nous sommes heureux de remercier MM. NICOU et POULAIN de nous avoir autorisés à présenter cet article, qui constitue une suite logique à la Communication sur l'Intégration Elevage-Agriculture — parue dans ces colonnes précédemment.

Bien que réalisés avec les seuls moyens de traction animale, l'expérience de 20 ans démontre que les travaux du sol sont indispensables en zone tropicale sèche, et que les labours ont des incidences multiples, complexes et favorables sur les propriétés physiques du sol, spécialement en permettant la création d'un profil cultural aux conséquences techniques et économiques très intéressantes.

N. D. L. R.

En pays tempéré les agronomes s'accordent à reconnaître au travail du sol un rôle essentiel dans la création et la conservation d'un profil cultural satisfaisant.

Malgré les bouleversements récents introduits par le développement des herbicides, qui ont quelque peu réduit son rôle, le travail du sol conserve une place de choix parmi les facteurs de productivité agricole et peu d'agriculteurs mettent sérieusement en doute son utilité, voire sa nécessité.

Or, dans les systèmes de culture traditionnelle de la zone tropicale sèche ouest-africaine, il se trouve que le travail profond du sol est à peu près inconnu.

Cette affirmation demanderait bien sûr à être nuancée en fonction des variétés de climats, de sols et d'ethnies. Mais, d'une manière générale, on peut considérer qu'au Sénégal, par exemple, la préparation du sol avant le semis va rarement plus loin qu'un simple grattage superficiel à la houe « iler » ou « daba » (suivant les régions) sur 4 à 5 cm d'épaisseur de sol.

Partant de cet état de fait, un certain nombre d'agronomes en ont conclu que, dans ces pays, le travail du sol ne représentait pas une nécessité absolue, que son efficacité était contestable et que son introduction en milieu traditionnel entraînerait, pour la collectivité paysanne, des charges supplémentaires en équipement et une perte de temps inutiles.

Par ailleurs, les mises en garde ne manquent pas, dans la littérature agronomique, contre les dangers que font courir aux sols tropicaux, réputés éminemment fragiles, les traitements brutaux inspirés des techniques culturales des pays tempérés ; le labour à la charrue, entre autres, a été et reste encore l'objet d'une forte suspicion.

L'I. R. A. T. a entrepris dans ce domaine de nombreux travaux de recherches et il est possible d'opposer à ces arguments de nombreux résultats expérimentaux démontrant l'intérêt incontestable du travail du sol en général, et du labour en particulier, sur toutes les cultures pratiquées dans cette zone.

Cette note a pour but de présenter les résultats importants obtenus sur les cultures principales de terre exondée en zone tropicale sèche ouest-africaine.

1. Contraintes pesant sur la réalisation des travaux de préparation du sol.

Les travaux de préparation du sol sont sous la dépendance de plusieurs contraintes.

1.1. CONTRAINTES CLIMATIQUES.

La faible durée de la saison des pluies impose des semis précoces. Les travaux de préparation doivent être réalisés sans entraîner un retard sensible de la date de semis. Dans la zone centre Nord du Sénégal les pluies faibles et irrégulières,

qui précèdent l'installation définitive de la saison des pluies, ne permettent généralement pas l'exécution des travaux de préparation en humide. La réalisation de travaux en sec se heurte alors à d'autres contraintes.

1.2. CONTRAINTES PÉDOLOGIQUES.

Dès la fin de la saison des pluies, le dessèchement intense s'accompagne d'une prise en masse du sol. En fin de saison sèche, la cohésion du sol est extrême et son travail à cette époque pose le problème de la force de traction. C'est ici qu'interviennent, pour le paysan, de nouvelles contraintes à caractère économique.

1.3. CONTRAINTES ÉCONOMIQUES.

En culture motorisée, le problème des forces de traction ne se pose pas, puisque même les travaux les plus durs peuvent être réalisés.

Malheureusement les conditions qui prévalent actuellement pour les agriculteurs des zones tropicales sèches sont très défavorables à la motorisation (matériel coûteux, usure rapide, infrastructure inexistante, productivités à l'hectare actuellement plus faibles qu'en pays tempérés).

La seule possibilité offerte aux paysans est donc le recours à la traction animale. L'I. R. A. T., ayant le souci de dégager des solutions techniques immédiatement applicables en milieu rural, a donc placé la plupart des études concernant le travail du sol dans la perspective de la culture attelée.

2. Matériels utilisés.

Dans l'optique précédemment définie de la culture attelée, la charrue utilisée dans la plupart des cas est une charrue avec une roue unique en bout d'âge, près du régulateur de traction. Sa largeur nominale est de 9 à 10 pouces, le versoir est du type cylindro-hélicoïdal. C'est un matériel robuste mais de dimensions assez réduites. Les autres matériels utilisés présentent des caractéristiques voisines et des versoirs parfois hélicoïdaux.

Tels quels, ces matériels donnent satisfaction, mais il serait préférable d'utiliser des charrues plus lourdes, de gabarit plus important, avec un âge plus long permettant un maniement plus facile, en particulier pour l'enfouissement de matière verte.

Dans ce dernier cas, le travail a été amélioré par l'adaptation d'un rabatteur-convoyeur de fabrication très simple, solidaire de l'âge et situé devant le versoir.

Le niveau moyen des forces requises pour le labour en humide, avec ce type de charrue, est dans tous les cas assez élevé et de l'ordre de 100 kg au moins. De telles forces de traction ne peuvent

être fournies que par des attelages bovins. Les attelages équinés et asins ne conviennent bien que pour les travaux de semis et d'entretien.

La profondeur du labour varie de 12 à 20 cm, en fonction de l'état d'humidité du sol, de la quantité de matière végétale enfouie et de la force de traction disponible à l'attelage.

Les expérimentations sur le pseudo-labour ont été réalisées en culture attelée avec deux types principaux d'appareil à dents :

- les houes ou scarificateurs à dents souples ou rigides, utilisées pour les travaux de sarclages et travaillant assez superficiellement ;
- les appareils à dents « sous-soleuses » rigides type « Gouvy » ou « Chisel » pouvant travailler le sol sur une profondeur allant jusqu'à 15 cm.

3. Les effets directs du labour sur le sol.

Les effets du labour se manifestent sur les caractéristiques du sol suivantes :

- Structure.
- Régime hydrique.
- Granulométrie.
- Susceptibilité à l'érosion.
- Matière organique et vie microbienne.

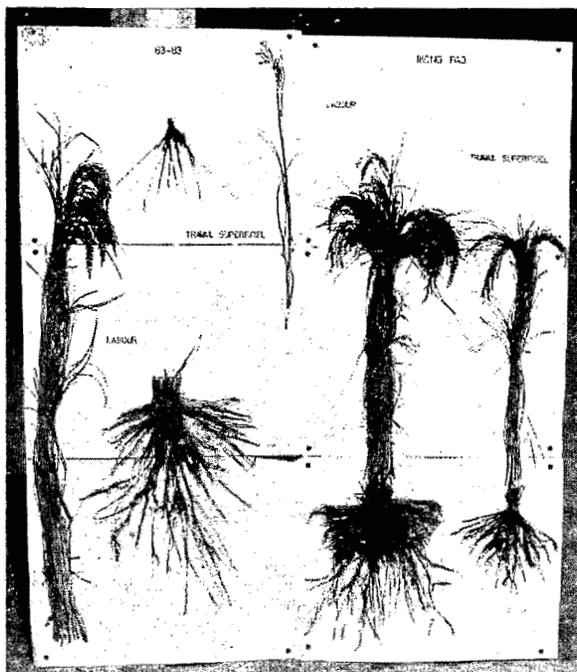
Il apparaît que le labour a des incidences multiples et complexes sur les propriétés physiques du sol. Cependant celles qui semblent jouer le rôle le plus important ont trait aux modifications de structure et de porosité quantitative et qualitative. Ces caractéristiques agissant en effet sur l'enracinement des végétaux, le labour entraîne, de ce seul fait, une amélioration du système racinaire des végétaux, avec tout ce que cela comporte pour leur alimentation hydrique et minérale et donc les rendements agricoles.

En ce qui concerne l'action du labour sur la susceptibilité à l'érosion, il semble que sa fâcheuse réputation soit due à une confusion, longtemps faite en zone tropicale sèche, entre profondeur et intensité de travail. Dans la plupart des cas il joue au contraire un rôle améliorateur dans la conservation du sol.

4. Les effets directs du labour sur les cultures.

4.1. ACTION SUR LES ADVENTICES DES CULTURES.

Ce point représente un aspect bien connu et important du labour ; un labour bien fait peut économiser un ou deux sarclages, ce qui est essentiel dans une zone où la lutte contre l'herbe constitue le souci majeur des paysans et le premier goulot d'étranglement de la production agricole. Ce rôle du labour, important dans la pratique agricole, n'est cependant pas suffisant pour rendre compte des augmentations de rendements observées dans des expérimentations soignées.

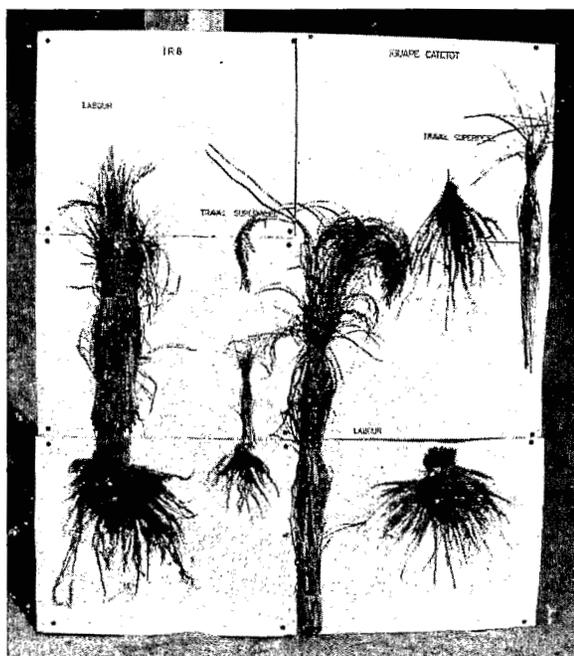


Réponses de l'enracinement de 2 variétés de riz (68-83 à gauche ; Ikong Pao à droite) à 2 techniques de travail au sol :

- travail superficiel,
- labour.

4.2. ACTION SUR L'ENRACINEMENT DES PLANTES CULTIVÉES.

L'action du labour sur l'enracinement des plantes cultivées est très marquée, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Il agit à la fois sur le poids, la longueur et la surface des racines, ainsi que sur leur répartition dans le profil. Des liaisons très étroites ont été mises en évidence entre porosité, développement racinaire et rendements.



Réponses de l'enracinement aux traitements « travail superficiel » et « labour » sur 2 variétés de riz (IR 8 à gauche — Iguape Catetot à droite).

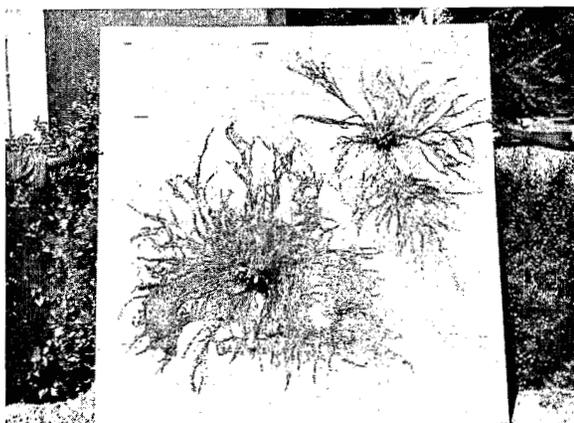
4.3. ACTION SUR LE RENDEMENT DES CULTURES.

A partir d'essais de types très variés, mis en place depuis 20 ans dans les différentes zones écologiques de la zone tropicale sèche, sur sols à dominante sableuse, on a dégagé l'effet global sur les principales cultures de deux types de labour :

- les labours sans enfouissement de matière organique. Ils peuvent être, suivant le cas, réa-



Comparaison des profils racinaires d'une arachide 55-437 semée sur un labour (à gauche), sur une façon superficielle à l'hilaire (à droite).



Enracinement du sorgho. Réponses aux traitements :
— Labour + fumure (en bas, à gauche),
— Fumure (en haut, à droite).

lisés en sec ou en humide, au début ou à la fin de la saison des pluies. Ils ont été réalisés, la plupart du temps, en culture attelée bovine.

Les témoins correspondent à la culture traditionnelle effectuée manuellement. Le travail du sol est plus ou moins superficiel en fonction du type d'outil employé ;

— les labours avec enfouissement de matière organique. Ils sont toujours réalisés en humide en fin de saison des pluies. La matière organique peut être de la jachère naturelle, de l'engrais vert

(mil ou sorgho) ou des pailles de céréales récoltées (maïs ou mil hâtif). L'enfouissement a pu être réalisé également en culture attelée bovine.

Le témoin est, dans ce cas, une jachère naturelle brûlée sur place, ou bien (dans le cas d'enfouissement des pailles) une céréale récoltée dont les pailles sont exportées ou brûlées sur place, sans qu'aucun travail du sol soit réalisé.

Le tableau suivant résume, sous une forme synthétique, l'ensemble des résultats obtenus, qui sont repris dans les graphiques I, II et III.

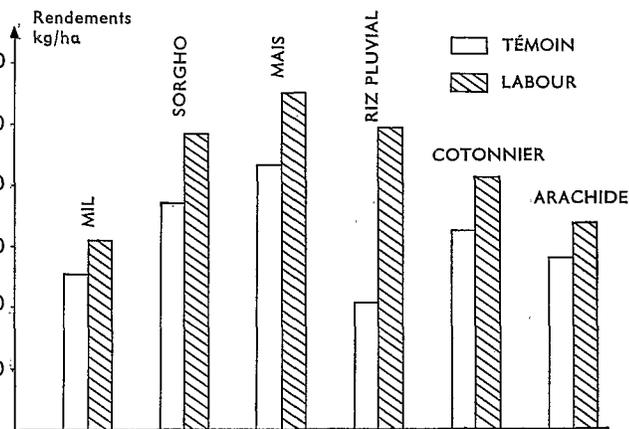
Tableau récapitulatif des effets moyens des labours sur les rendements des cultures dans la zone tropicale sèche Ouest-africaine (essais de l'IRAT, sur sols à dominante sableuse)

	Labours ordinaires					Labours d'enfouissement				
	Nbre de résultats annuels	Rdts moyens Témoin kg/ha	Rdts moyens Labour kg/ha	Plus-values moyennes sur labour		Nbre de résultats annuels	Rdts moyens Témoin kg/ha	Rdts moyens Labour kg/ha	Plus-values moyennes sur labour	
				kg/ha	%				kg/ha	%
Mil (grain)	24	1.287	1.556	+ 269	+ 21	7	887	1.238	+ 351	+ 40
Sorgho (grain)	47	1.872	2.428	+ 556	+ 30	2	2.039	2.571	+ 532	+ 26
Maïs (grain)	7	2.173	2.777	+ 604	+ 28	16	1.720	2.769	+ 1.049	+ 61
Riz pluvial (paddy)	14	1.039	2.473	+ 1.434	+ 138	2	1.397	3.145	+ 1.748	+ 126
Cotonnier (coton graine)	7	1.629	2.062	+ 433	+ 27	14	1.298	1.755	+ 457	+ 35
Arachide (gousses)	32	1.397	1.684	+ 287	+ 21	113	1.661	1.780	+ 119	+ 7

Les résultats précédents montrent que les labours ont une influence favorable sur toutes les cultures. Cette influence est variable avec les sols, les années et les cultures ; elle peut être très importante et aller dans certains cas jusqu'à doubler ou tripler le niveau du témoin.

Au vu de ces résultats on peut estimer que le labour joue, en zone tropicale sèche, un rôle semblable à celui qu'il joue en zone tempérée et constitue un facteur important de l'amélioration des rendements.

A cet égard, les labours d'enfouissement de matière verte et de pailles, peuvent être regardés comme des modalités particulières de réalisation des labours, produisant sur les propriétés physiques du sol les mêmes effets avec, en supplément, l'action spécifique de la matière végétale enfouie. Les effets sur les rendements des cultures sont comparables et, dans certains cas, supérieurs à ceux des labours ordinaires, pour la quasi-totalité des plantes. Seule l'arachide semble faire, jusqu'à présent, exception à cette règle car les résultats obtenus après labours d'enfouissement, s'ils sont, dans l'ensemble, favorables à cette technique, présentent cependant une proportion plus forte

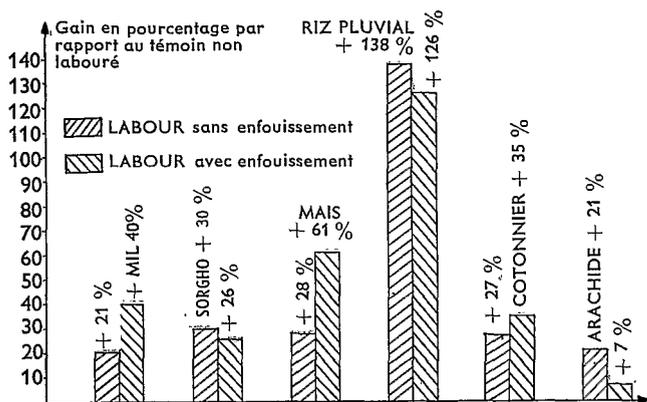


Graphique I.

Labour sans enfouissement. Effet sur le rendement des cultures.

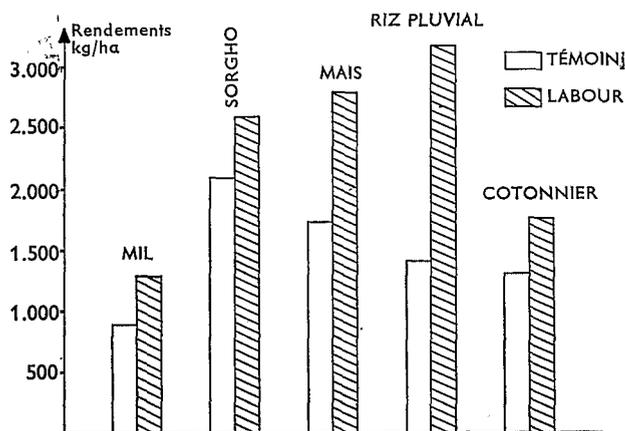
de réponses négatives ou nulles que pour toutes les autres cultures.

L'ensemble de ces résultats expérimentaux vient confirmer ce que laissait prévoir l'analyse des effets des labours sur le sol et l'enracinement des plantes : amélioration de la structure et de la



Graphique II.

Effets comparés des labours avec et sans enfouissement.



Graphique III.

Labour avec enfouissement.
Effet sur le rendement des cultures.

porosité favorisant le développement racinaire et, par ce biais, de la croissance végétative et de la production agricole.

5. Les effets résiduels du labour sur le sol et les cultures.

Après un labour ordinaire, l'effet d'ameublissement sur le sol persiste après la première culture, à condition que celle-ci ait été semée précocement. Il y a peu de résultats sur les effets résiduels des labours sur les rendements de la deuxième culture et des cultures suivantes. On observe cependant des effets importants dans le cas de la succession riz-riz.

La rémanence d'action, sur le sol et les cultures, d'un enfouissement de matière organique est très différente suivant la nature de la culture test succédant au labour.

Après une arachide, les modifications apportées au profil cultural et à la structure paraissent très atténuées; d'après les impressions visuelles et tactiles, il y a une nette tendance à la reprise en masse du profil. Les mesures de pénétrométrie et d'enracinement permettent, cependant, de déceler un certain effet résiduel qui peut persister pendant trois ans. Cet effet se traduit par des améliorations de rendements assez modestes sur les deuxième et troisième cultures.

Après une céréale, au contraire, le profil cultural est beaucoup mieux conservé. La conservation de l'ameublissement est nette ainsi que son incidence sur l'enracinement. D'après les résultats disponibles, les effets sur les rendements de la deuxième culture peuvent être très importants, surtout lorsqu'il s'agit encore d'une céréale.

Le tableau suivant illustre cette influence de la rotation sur la rémanence d'action du labour d'enfouissement.

Evaluation des plus-values de rendement
apportées par le labour d'enfouissement dans différentes rotations

	Nombre de résultats annuels	Rendement moyen Témoin kg/ha	Rendement moyen Labour kg/ha	Plus-values sur labour	
				kg/ha	%
1. Arachide	113	1.661	1.780	+ 119	+ 7
2. Mil	56	971	1.080	+ 109	+ 11
3. Arachide	56	1.655	1.812	+ 157	+ 9
1. Mil	7	887	1.238	+ 351	+ 40
2. Arachide	4	1.810	1.985	+ 175	+ 10
1. Maïs	16	1.720	2.769	+ 1.049	+ 61
2. Sorgho ou Riz ..	2	2.213	2.786	+ 573	+ 26
1. Sorgho	2	2.039	2.571	+ 532	+ 26
2. Sorgho	1	1.618	2.323	+ 705	+ 43
3. Arachide	1	2.489	2.665	+ 176	+ 7

6. Epoque des labours et interaction avec la date de semis.

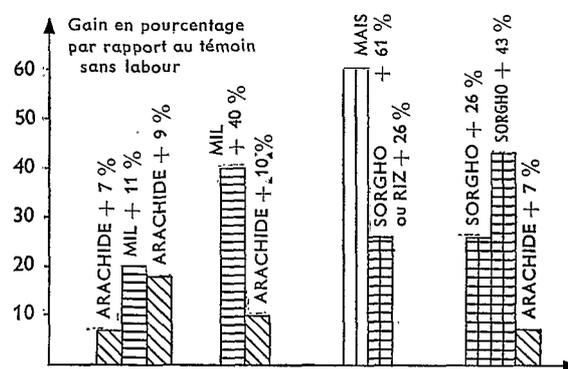
Dans la majeure partie de la zone tropicale sèche la saison des pluies est de courte durée (3 à 5 mois) et l'agriculteur dispose de peu de temps pour combiner, en début d'hivernage, la double nécessité des labours de préparation et des semis précoces.

Pour échapper à cette contrainte il est possible de reporter la réalisation des labours à la fin des pluies, à condition que le cycle pluviométrique soit légèrement supérieur au cycle végétatif des plantes cultivées. Il faut en effet pouvoir débarasser le terrain sitôt la récolte terminée et effectuer dans des conditions satisfaisantes ce que l'on a appelé le labour de fin de cycle.

Il est, par exemple, possible au Sénégal oriental après arachide et maïs, mais il n'est pas réalisable après cotonnier.

Le problème n'étant pas résolu dans toutes les régions et pour tous les précédents culturaux, et compte tenu de la difficulté de réalisation du labour en sec, il importait de savoir si le paysan avait intérêt à retarder sa date de semis pour labourer dès la première pluie, ou bien s'il était préférable de semer sans travailler le sol en humide.

Une série d'expérimentations, conduites depuis plusieurs années dans le Centre, l'Est et le Sud



Graphique IV.

Labour avec enfouissement.

Effets directs et résiduels au cours de la rotation.

du Sénégal sur arachide, cotonnier, maïs et sorgho, permet de répondre à la question.

Le tableau suivant (repris par le graphique IV) permet de comparer à un témoin les résultats obtenus.

- Avec le labour de fin de cycle suivi d'un semis précoce.
- Avec le labour d'hivernage suivi d'un semis précoce.
- Avec le labour d'hivernage suivi d'un semis retardé.

		Labour fin de cycle semis précoce	Labour début hivernage semis précoce	Labour début hivernage semis retardé	Témoin (semis précoce)
Arachide	Rendement kg/ha ..	2.153	2.177	1.766	1.776
	%.....	121	123	100	100
Sorgho ...	Rendement kg/ha ..	3.500	3.258	2.920	2.216
	%.....	158	147	132	100
Maïs	Rendement kg/ha ..	2.727	2.808	2.534	1.737
	%.....	157	162	146	100
Cotonnier	Rendement kg/ha ..	2.316	2.280	2.169	1.643
	%.....	141	139	132	100

On peut faire plusieurs constatations :

— Supériorité très nette des semis précoces pour toutes les cultures.

— Dans ces régions le paysan a intérêt, pour toutes les cultures, sauf pour l'arachide, à effectuer un labour de début d'hivernage, même s'il doit pour cela retarder sa date de semis de deux à trois

semaines (à condition de ne pas dépasser le 15 juillet).

— La meilleure technique est celle d'un labour de fin de cycle semé précocement. Pour l'arachide c'est même la seule possibilité, en dehors du cas, assez rare au Sénégal, de pluies précoces permettant d'effectuer le labour avant que le cycle des pluies ne soit réellement installé.

7. Les travaux du sol autres que le labour.

7.1. LES PSEUDO-LABOURS.

Les pseudo-labours, permettant de travailler le sol sans retournement, apportent des suppléments de rendement non négligeables sur toutes les cultures. Les effets sont dans tous les cas inférieurs à ceux du labour, mais ils peuvent constituer, pour le paysan, de bonnes solutions de remplacement. Le labour est en effet une opération assez longue à réaliser en culture attelée et qui ne peut être effectuée sur tous les champs de l'exploitation sans risques de perturber gravement le programme de travaux pour les différentes cultures. Les pseudo-labours présentent l'avantage de pouvoir être effectués en sec, c'est-à-dire hors saison culturale. En humide, leur réalisation demande beaucoup moins de temps que pour un labour et perturbe moins le programme de travail de l'exploitation.

7.2. LES FAÇONS D'ENTRETIEN ET DE RÉCOLTE.

Les binages paraissent avoir assez peu d'intérêt en tant que travail du sol ; l'arrachage de l'arachide à la lame souleveuse en culture attelée produit sur le profil cultural une action non négligeable, bien qu'assez superficielle.

La destruction des billons en sec après une culture de cotonnier, constitue un véritable travail du sol, difficile à réaliser, mais dont l'influence sur les rendements semble intéressante.

8. Conclusion.

Comme dans les pays tempérés, le travail profond du sol se révèle être, dans les zones tropicales, le moyen le plus efficace pour créer le profil cultural. Les conséquences sur le plan agronomique en sont importantes : meilleur développement racinaire favorisant la croissance végétale et entraînant des augmentations de rendements sensibles sur la plupart des cultures. Son intérêt économique est donc notable.

Les labours constituent les modalités de travail profond du sol les plus efficaces et les plus généralisables. Parmi les labours, les labours d'enfouissement de matière végétale (pailles ou matière verte) se révèlent particulièrement intéressants, car à l'action du labour proprement dit, s'ajoute, sur la structure, l'effet spécifique de la matière végétale enfouie. Leur action sur le sol et les rendements est par ailleurs nettement plus durable que celle des labours ordinaires.

Par ailleurs, compte tenu de la courte durée de la saison des pluies, il est souvent difficile de concilier labour et semis précoces.

Au Sénégal, dans le Centre, le Sud et l'Est, c'est-à-dire pour des pluviométries supérieures à 750 mm, on a toujours intérêt à labourer avant des cultures de maïs, sorgho et cotonnier, même s'il faut retarder dans certaines limites précises, la date de semis.

Par contre, l'arachide ne supporte pas ce retard. On est donc amené souvent à reporter les labours à la fin de la saison des pluies précédente (labour de fin de cycle). Ceci est possible seulement :

- si la culture précédente a un cycle plus court que la durée de l'hivernage,
- si le précédent cultural est une jachère ou un engrais vert.

Lorsque la pluviométrie est trop faible, ce dernier cas constitue alors la seule modalité pratique de travail profond du sol.

Les pseudo-labours représentent une solution intermédiaire, dont l'efficacité immédiate est variable et l'action sur le profil cultural plus faible et discontinue.

Le travail du sol apparaît, de toutes façons, comme une technique agronomique indispensable à l'amélioration de l'agriculture traditionnelle dans la zone tropicale sèche. A lui seul il justifie la nécessité d'un équipement du monde rural.

BIBLIOGRAPHIE

- CHARREAU (C.), 1969. — L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. Tome I : les méthodes d'études du profil cultural dans les sols sableux des zones tropicales sèches. Les facteurs naturels climats et sols, et leur influence sur l'évolution du profil cultural. I. R. A. T./Sénégal, doc. miméo., p. 1 à 58. Tome II : les facteurs biologiques : faune et végétation et leur influence sur le profil cultural et la production agricole. I. R. A. T./Sénégal, doc. miméo., p. 63 à 157.
- CHARREAU (C.), NICOU (R.), 1970. — L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. Tomes III et IV.

Les effets de l'intervention humaine sur le profil cultural et les rendements agricoles. Le travail du sol avec ou sans enfouissement de matière végétale. I. R. A. T./Sénégal, doc. miméo., p. 167 à 339.

- HENIN (S.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1969. — Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Masson et Cie, édit., 2^e édition, Paris.
- NICOU (R.), THIROUIN (H.), 1968. — Mesures sur la porosité et l'enracinement. Premiers résultats. I. R. A. T./Sénégal, doc. miméo., 52 pages.
- POULAIN (J. P.), TOURTE (R.), 1969. — Influence de la préparation profonde du sol en sec sur la réponse des mils et sorghos à la fumure azotée (sols sableux de la zone tropicale sèche). I. R. A. T./Sénégal, doc. miméo., 25 pages. Comm. à la Conf. O. U. A./S. T. R. C. de Zaria sur les céréales (Nigeria, 13-16 octobre 1969).