

REPUBLIQUE DU SENEGAL

PRIMATURE

CN010212
FO71
NIC

DELEGATION GENERALE

A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

LE TRAVAIL DU SOL DANS LES TERRES EXONDEES DU SENEGAL
MOTIVATIONS - CONTRAINTES

par

R. NICOU

Ingénieur Agronome IRAT/ISRA

"Mon Dieu donnez-moi **la sérénité**
d'accepter ce que je ne puis **changer** ,
le courage de changer ce que je **peux** ,
et la sagesse **d'en connaître la** différence"

Marc Aurèle

Mars 1977

Centre National de Recherches Agronomiques
de Bambey

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)

"Ce qui est nouveau, Madame,
disait sa modiste à Marie-Antoinette,
c'est ce qu'on eu le temps d'oublier"

Cité par A. FROSSARD.

Depuis que la recherche s'est **intéressée** au problème du travail du sol dans les sols sableux et sablo-argileux du Sénégal, un grand nombre de documents ont été commis qui touchent de près ou de loin à ce sujet toujours **brûlant** et **fortement** controversé. On a pu recenser pas moins de 30 articles ou compte-rendu différents, dont 20 dans les dix dernières années. Combien ont été lus par les principaux utilisateurs, c'est-à-dire les agents du **développement** ? Il est vrai que les écrits de la recherche ont la **facheuse** réputation (souvent exacte hélas), d'être compliqués, abscons, trop longs et difficiles à lire. Comment trouver dans ce fatras de chiffres et de raisonnements abstraits ce qui doit faire l'objet d'une application **immédiate** ? Beaucoup se découragent vite, certains ne les ouvrent pas, d'autres les **décrient** **sans** les connaître et portent un jugement définitif à partir de quelques chiffres péchés au hasard et qui vont en général dans le sens des idées reçues. Or le sujet s'y prête bien, **puisque** une longue tradition bien enracinée, basée sur de rares expériences malheureuses, mais sur aucun chiffre, veut que le travail du sol soit à proscrire dans tous les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest africaine.

Le texte qui va suivre n'a d'autre but que d'essayer de livrer sous une forme consommable ce qui figure dans l'abondante littérature citée ci-après. Ceci est ambitieux car grand est le risque de retomber dans le "**travers**" du chercheur: l'excès d'explications et de **précautions**.

Nous allons donc tenter d'expliquer simplement des choses **compliquées** et de montrer quelles sont les motivations qui militent en faveur de ce travail du sol.

Pour cela nous ouvrirons largement l'**éventail** des techniques afin de **pouvoir** comparer ce qu'il est possible de faire. Ce faisant nous ferons **apparaître** certaines insuffisances de la recherche. Nous évoquerons ensuite les contraintes telles qu'elles ont été exprimées dans différents documents par les gens qui **s'occupent** du **développement**. De la confrontation des deux devront normalement **apparaître**

des solutions privilégiées, mais nous laisserons au lecteur le soin d'en décider. On reproche souvent à la recherche d'être dogmatique et d'imposer ses solutions. Nous ne porterons pas de jugement et laisserons les développeurs faire leur choix, en **connaissance** de cause nous l'espérons.

Ce texte résulte du travail d'une équipe et non d'un seul homme. Il est également le fruit de la réflexion et des résultats d'un groupe de chercheurs dont il est bon de rappeler ici les noms :

C. CHARREAU, J.L. CHOPART, C. DANCETTE, S. DIATTA, F. GANRY, M. LE MOIGNE, J. MONNIER, M. NDIAYE, R. OLIVER, C. PIERI, G. POCHTIER; J.F. POULAIN, R. TOURTE et J. WEY.

Enfin il ne faut pas oublier les techniciens qui sur le terrain ont conduit les expérimentations ou effectué **prélèvements** et mesures dans des conditions parfois difficiles :

E. AMELAMEDI, Y. DIOUF, A.M. FALL, M. MARA, N.F. SAGNA, P.S. SARR et tous les responsables des points d'appui de pré vulgarisation et d'expérimentations multilocales.

BIBLIOGRAPHIE SUR LE TRAVAIL DU SOL AU SENEGAL

- 1- BLONDEL (D.), 1964
Etude de l'évolution du profil cultural sous une rotation quadriennale et de l'influence du travail du sol sur les cultures.
Doc. multig. IRAT-Sénégal
- 2- BLONDEL (D.), 1965
Influence du travail du sol sur le profil cultural et les cultures.
Doc. mult. IRAT/Sénégal
- 3- BLONDEL (D.), 1965
Premiers éléments sur l'influence de la densité apparente du sol sur la croissance racinaire de l'arachide et du sorgho. Ses conséquences sur les rendements.
C.R. Colloque OAV/STRC sur la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols. Khartoum Nov. 1965 pp. 173-181.
- 4- CHARREAU (C.), 1969
Influence des techniques culturales sur le développement de l'érosion et du ruissellement en Casamance
Agron. Trop, XXIV 9 836-42
- 5- CHARREAU (C.), 1970
Note synthétique sur le travail du sol et son incidence agronomique dans la zone tropicale sèche ouest africaine.
Doc. multig. IRAT-Sénégal.
- 6- CHARREAU (C.), NICOU (R.), 1971
L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest africaine et ses incidences agronomiques.
Agron. Trop. 1971 n° 2, 5, 9, 11.
- 7- CHOPART (J.L.), 1974
Influence du labour et de la localisation de l'engrais en profondeur sur l'adaptation à la sécheresse de différentes cultures pluviales au Sénégal.
Doc. mult. ISRA.
- 8- CHOPART (J.L.), MAUBOUSSIN (J.C.), NICOU (R.)
Effets du labour sur quelques caractéristiques de l'arachide en 1970
Doc. mult. IRAT/Sénégal
- 9- CHOPART (J.L.) et NICOU (R.)
Influence du labour sur le développement racinaire de différentes plantes cultivées au Sénégal. Conséquences sur leur alimentation hydrique.
Agron. Tropicale. XXXI-1 Janv. Mars 1976
- 10- DANCETTE (C.), NICOU (R.)
Economie de l'eau dans les sols sableux du Sénégal.
Doc. mult. IRAT/Sénégal
- 11- IRAT
Nécessité agronomique et intérêt économique d'une intensification des systèmes agricoles au Sénégal.
- 12- LE MOIGNE (M.), 1967
Problèmes d'enfouissement de matière verte en traction animale au Sénégal.
Actes du Colloque sur la fertilité des sols tropicaux
Tananarive (Madagascar) Nov. 1967, 144, II, 1774-9

- 13- MONNIER (J.)
 Problèmes pratiques posés par le labour d'enfouissement d'engrais vert en culture attelée bovine au Sénégal.
 Actes du Colloque sur la fertilité des sols tropicaux
 Tananarive (Madagascar) Nov. 1967, 145 II 1780-1789.
- 14- NICOU (R.), 1972
 Synthèse des études de Physique du Sol réalisées par l'IRAT en Afrique
 Tropicale sèche
 Séminaire sur la Recherche des sols tropicaux
 Ibadan 22-26 Mai 1972.
- 15- NICOU (PL.), 1973
 Le travail du sol en terres exondées et ses incidences agronomiques.
 Doc. mult. IRAT/Sénégal
 Journées d'études organisées par la Direction des Services Agricoles
- 16- NICOU (R.), 1974
 Contribution à l'étude et à l'amélioration de la porosité des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche - Conséquences agronomiques.
 Agron. Trop. XXIX n° 11 Nov. 1974.
- 17- NICOU (R.), 1974
 Le problème de la prise en masse à la dessiccation des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche.
 Agron, Trop. XXX-4 Oct. Déc. 1975.
- 18- NICOU (R.), 1975
 Le labour, technique d'économie de l'eau pour la zone sahélo-soudanienne ouest africaine.
 Doc. mult. ISRA.
 Réunion AIEA, groupe consultatif sur l'efficacité de l'eau et l'utilisation des engrais en régions semi-arides. Bambeby Nov. 1975
- 19- NICOU (R.)
 Caractéristiques principales des sols sableux et sablo-argileux du Sénégal - Problèmes agronomiques de leur mise en valeur.
 Comm. 3e réunion sous-comité ouest africain corrélation des sols
 Dakar, 1975.
- 20- NICOU (R.), Avril 1975
 Observations sur les labours effectués dans le département de Bambeby
 C.R. Tournée.
- 21- NICOTJ (R.), Mai 1976
 Observations sur les labours en sec effectués dans le département de Bambeby
- 22- NICOU (R.), CHOPART (J.L.), 1971
 Influence du labour et de l'engrais minéral sur le système racinaire du sorgho - Conséquences sur l'alimentation hydrique.
 Internat. Sorghum Symposium Hyerabad Oct. 1971
- 23- NICOU (R.), POULAIN (J.P.)
 Les effets agronomiques du travail du sol en zone tropicale sèche.
 Mécanisme Agricole Tropicale n° 37

- 24- NICOU (R.), SEGUY (L.), HADDAD (G.)
 Comparaison de l'enracinement de quatre variétés de riz pluvial en présence ou absence de travail du sol.
 Agron. Trop, XXV n°8 Août 1970.
- 25- POOTHIER (G.)
 Compte rendu des essais multilocaux au Sénégal de 1965 à 1976
 Doc. multig. IRAT-ISRA CNRA Bambey
- 26- POULAIN (J.F.), TOURTE (Ii.), 1968
 Influence de la préparation profonde du sol en sec sur la réponse des mils et sorghos à la fumure azotée (sols sableux de zone trop.sèche).
- 27- SEGUY (L.), 1970
 Influence des facteurs pédologiques et des techniques **culturelles** sur la croissance et la production du riz pluvial en **Casamance**.
- 28- TOURTE (R.), 1951
 Préparation du sol et enfouissement de la végétation naturelle comme engrais vert - Leur influence sur les rendements du mil au Sénégal.
 Annales C.R.A. Bambey 1951 120-5
- 29- TOURTE (IL), mou (R.), BONLIEU (A.), 1963.
 Quelques techniques **de culture** des mils et sorghos au Sénégal - Possibilités de la culture mécanique.
 Agron. Trop. XVIII, 1, pp 65-72
- 30- TOURTE (R.), CHARREAU (C.), NICOU (R.), POULAIN (J.F.)
 Le **rôle** des facteurs mécaniques (travail du sol) dans la création et **l'amélioration** du profil **culturel** en zone tropicale sèche - Incidence **sur** la production agricole
 Actes du Colloque sur la Fertilité des sols tropicaux
 Tananarive Nov, 1967 , II 1547-1569.

S O M M A I R E

		Pages
XX	1 - <u>LES FACTEURS NATURELS</u>	1
	11- Le Sol	1
Y	111. La structure	2
}	112. Le régime hydrique	4
}	La susceptibilité à l'érosion	4
}	121 Le Climat	4
}	121. Absence de gel	5
}	122. Agressivité des pluies	5
	2 - <u>ANALYSE TECHNIQUE DES EFFETS DU TRAVAIL DU SOL</u>	6
	21- <u>Porosité et enracinement des cultures</u>	6
	211. Porosité	6
	212. Modification du système racinaire des plantes cultivées	8
	22- <u>Economie de l'eau</u>	8
	221. Amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol	8
	222. Réduction de l'évaporation et maintien de l'eau dans le sol pendant la saison sèche	9
	223. Possibilités d'utilisation de l'eau du sol par les racines	11
	23- <u>L'érosion</u>	12
	231. Erosion éolienne	13
	232. Erosion hydrique	13
	24- <u>La matière organique et la vie microbienne du sol</u>	14
	241. Incorporation au sol	14
	242. Action propre au labour	15
	242 1 Minéralisation de l'azote organique	15
	2422 Activité symbiotique des légumineuses	16
	3 - <u>CONSEQUENCES AGRONOMIQUES</u>	17
X	31- Les effets du labour sur le <u>rendement des cultures</u> ..	17
	32- La sécurité du rendement	21
	33- Les effets résiduels	22

	Pages
X 34- <u>La</u> lutte contre les adventices	25
X 35- <u>L'économie</u> des éléments minéraux	26
4 - <u>LES CONTRAINTES</u>	
41- <u>Le cycle de la plante</u>	27
411. <u>La date de semis</u>	27
412. <u>La date de récolte</u>	28
42- <u>La contrainte</u> de traction	29
43- <u>La maîtrise</u> des conditions de réalisation	31
44- <u>Les contraintes</u> de travail	32
45- <u>La protection</u> des labours	34
5 - <u>SYNTHESE - DISCUSSION</u>	35
X 51- <u>Les Travaux</u> du sol	36
52- <u>Les critères</u> de jugement	37
53- <u>Commentaires</u>	42
6 - <u>EN GUISE DE CONCLUSION</u>	45
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	46
ANNEXES	47

La principale caractéristique du travail du sol est qu'il modifie les propriétés physiques du sol dans ce qu'on appelle le profil **cultural** que HENIN définit comme "L'ensemble constitué par la succession des couches de terre, individualisées par l'intervention des instruments de culture, les racines des végétaux et les facteurs naturels réagissant à ces actions".

Bien que, comme certains ont pu le faire remarquer, le paysan se préoccupe fort peu de physique du sol, c'est en ayant recours à l'étude **détaillée** de ces propriétés physiques que l'on a pu mettre à jour une partie des mécanismes principaux qui commandent l'action du travail du sol. Il devient alors plus facile d'expliquer les résultats, en particulier les échecs, et de faire la part ^{de ce} qui peut être attribué à chaque facteur dans la réussite ou l'échec d'une technique.

On sait par exemple, que dans ce type de sol, l'effet du labour ne peut s'expliquer par son action sur les mauvaises herbes. L'application d'**herbicide** (indispensable par ailleurs) ne résoudra pas un grand nombre de problèmes qui tiennent à la nature des sols et à l'action du **climat**.

Il nous faut donc commencer en évoquant rapidement les facteurs naturels et leur influence sur l'évolution du profil **cultural**.

1 - LES FACTEURS NATURELS

II- Le Sol

La majorité des sols exondés du Sénégal présentent trois caractères communs qui conditionnent l'ensemble de leurs propriétés physiques.

- Les horizons superficiels sont sableux ou sablo-argileux avec une très forte proportion de sables fins.

- La fraction argileuse est essentiellement à base de **kaolinite**, c'est-à-dire une argile peu gonflante, et de sesquioxydes de fer.

Les possibilités de gonflement et de retrait par humectation ~~et~~ **dessiccation** sont donc très faibles dans ces sols, et l'action du climat sur la **création** d'une structure est **réduite**.

- Le taux de matière organique, relativement élevé sous forêt dans les conditions **naturelles**, **décroit** très vite dès la mise en culture et on peut considérer qu'il est très bas dans la plupart des sols **actuellement** cultivés au Sénégal, en particulier dans le bassin arachidier. Or la matière organique joue un grand **rôle** dans l'amélioration des propriétés physiques des sols et en particulier de leur structure.

De ces **caractères communs** on peut déduire trois types de **conséquences** concernant :

- la structure
- le régime hydrique
- la susceptibilité à l'érosion.

III. La Structure

L'**examen** du profil cultural montre que la structure est le plus souvent continue et **particulaire**.

Continue, car le profil présente partout un aspect uniforme et compact dans lequel on ne relève pratiquement pas de discontinuité.

Particulaire car si l'on détache, **difficilement**, au couteau des éclats sans forme privilégiée, soumis à une certaine **pression**, ces **éléments** du sol éclatent jusqu'à devenir pulvérulents.

Cet état de structure peut être mis en **évidence** en mesurant la porosité totale d'échantillons de sol de taille décroissante.

Si le sol est bien structuré, lorsque la taille diminue, la porosité totale **décroit** assez fortement, ce qui traduit la présence de vides entre les éléments de différentes grosseurs. On met ainsi en évidence une porosité dite "**de structure**" essentielle pour la croissance racinaire, et qui varie surtout en fonction de l'action de l'homme et des éléments **naturels**, par opposition à la porosité de texture, caractéristique du matériau.

Or comme le montre le tableau 1, sur un exemple pris dans un sol Dior (ferrugineux tropical peu lessivé) on observe que dans ces sols exondés du Sénégal, la porosité globale diminue très peu avec la taille des échantillons? Le système de porosité est donc très homogène. Il y a peu de fissures et la porosité structurale très faible varie peu. Ceci traduit bien l'apparence uniforme du profil.

Tableau 1: Porosité d'un sol non labouré en fonction de la taille des prélèvements {horizon 0-20 cm}

Diamètre des mottes: en cm	15	6	4	3	2	1
Porosité	40,9	40,6	40,6	40,1	40,1	39,1
Porosité structural; %	7,5	7,0	7,0	6,3	6,3	4,8

Dans les conditions naturelles la porosité totale avoisine en moyenne 40% ce qui constitue pour beaucoup d'auteurs une porosité limite pour le développement du système racinaire des plantes. C'est ce que l'on observe généralement, car les cultures annuelles éprouvent beaucoup de difficultés à développer leur enracinement. Certaines bien adaptées parviennent à descendre quelques racines en profondeur (arachide, mil) mais cela reste limité et l'ensemble du profil est loin d'être correctement prospecté. Or l'alimentation hydrique et minérale d'une culture est fonction du volume de sol mis à la disposition de la plante et donc prospecté par les racines.

Un exemple frappant est celui des jachères naturelles, lorsqu'elles sont de courte durée, leurs systèmes racinaires ne colonisent que les dix premiers centimètres. Au fur et à mesure que la jachère augmente (à partir de 3 à 4 ans) des espèces pérennes à enracinement puissant s'installent: on peut alors observer des profils véritablement colonisés en profondeur, mais souvent de manière discontinue, en fonction des espèces végétales qui composent la jachère.

On ne peut compter, ni sur les conditions naturelles ni sur la présence du système racinaire des plantes annuelles pour créer une structure meilleure. La jachère ne crée rien par elle-même. Mais implantée sur un sol bien structuré, son enracinement bien développé peut alors jouer un rôle de "conservateur d'une structure existante". Les études faites par ailleurs ont montré que le rôle d'agrégation du système racinaire d'une plante ne pouvait exister qu'à partir d'un certain taux d'argile dont nous sommes assez éloignés.

Un autre phénomène lié à cet état structural est celui de la prise en masse à la dessiccation. Ces sols présentent un état d'ameublissement apparemment satisfaisant lorsqu'ils sont humides, mais dès qu'une période sèche intervient, l'évaporation est intense et la partie supérieure du sol se dessèche rapidement. En même temps la cohésion se développe et peut atteindre des valeurs très élevées. Il devient alors difficile, sinon impossible, de les travailler, la résistance mécanique étant trop élevée pour permettre une pénétration suffisante des instruments de culture.

Ce phénomène a une grande importance économique puisqu'il conditionne le calendrier culturel de l'exploitation paysanne.

Cette résistance mécanique est sous la dépendance de nombreux facteurs:

- la texture
- l'humidité
- la vitesse de dessiccation
- la porosité
- le complexe argilo-humique.

Il est surtout important de noter qu'elle s'accroît lorsque le taux d'argile augmente et qu'elle diminue lorsque la vitesse de dessiccation et la porosité augmentent. La matière organique semble jouer un rôle très important sur l'intensité de cette cohésion.

112. Le régime hydrique

Nous retiendrons deux caractéristiques essentielles :

- La perméabilité

La perméabilité est fonction de l'humidité du sol. Elle peut considérablement diminuer au cours d'une pluie, entraînant ainsi un ruissellement important si la pente dépasse 1 à 2%.

A Séfa, en Casamance, on pu ainsi mesurer que le débit d'infiltration pouvait passer de 5 cm/heure à 0,5 cm/heure entre le début et la fin d'une pluie.

- Le self mulching

S'ils sont maintenus entièrement nus dès la fin de saison des pluies, ces sols ont la propriété de créer un mulch superficiel qui ralentit l'évaporation et permet de conserver une certaine humidité en profondeur. C'est le phénomène de Self-mulching.

Ainsi, par exemple, en 1972 à Bambey, sur 208 mm stockés sur 2,5 m à la fin des pluies; 159 mm étaient encore présents en fin de saison sèche dont 46 dans le premier mètre. Encore les pertes de 49 mm recouvraient-elles à la fois l'évaporation et les percolations vers les horizons profonds.

113. La susceptibilité à l'érosion

- Pendant la saison des pluies, l'énergie cinétique élevée développée par les pluies entraîne des phénomènes de battance très marqués. Ceux-ci s'observent sur tous les types de sol. De faibles pentes suffisent alors pour que se manifeste un transport d'éléments terreux et une érosion plus ou moins intense.

- En saison sèche, dans la plupart des terrains cultivés, les horizons superficiels se présentent sous forme d'une couche de sable pulvérulent de quelques centimètres d'épaisseur. Ce sont les techniques de récolte et de glanage qui provoquent cette pulvérisation. Les sols sont alors très sensibles à l'action du vent, en particulier l'harmattan fréquent à cette époque de l'année.

12 Le climat

Il n'est pas de notre propos de décrire en détail le climat du Sénégal. Seules deux de ses caractéristiques nous paraissent essentielles pour la compréhension de ce qui va suivre.

121. L'absence de gel

Les températures descendent rarement au-dessous de 10° , le phénomène de gel fort important dans les pays plus au Nord, car il permet une certaine structuration du sol, est complètement absent.

122. L'agressivité des pluies

La pluie qui tombe sur le sol produit un certain effet mécanique appelé effet "Splash": délitage des mottes, arrachement et dislocation des particules terreuses, rejaillissement de particules, Cet effet est sous la dépendance de l'intensité des pluies, mais aussi de la taille et de la vitesse de chute des gouttes d'eau, de la durée de la pluie, etc...

Toutes les méthodes de calcul utilisées pour chiffrer ces phénomènes ont mis en évidence la très grande agressivité du climat dans toute la zone tropicale de l'Ouest Africain et tout particulièrement dans son extrémité Sud occidentale englobant le Sénégal.

C'est cette "agressivité" des pluies qui est à l'origine de la forte érosion hydrique qui existe en particulier dans le Sud du pays. Elle est surtout sensible en début d'hivernage où les pluies d'orage sont fréquentes et très violentes, et où le sol n'est pas encore couvert par la végétation.

2 - ANALYSE TECHNIQUE DES EFFETS DU TRAVAIL DU SOL

Les facteurs naturels et biologiques ne permettant pas une modification fondamentale des propriétés physiques du sol défavorables dans les conditions naturelles, il y a donc lieu de recourir à l'action de l'homme et des facteurs mécaniques.

Nous analyserons techniquement les effets du labour en examinant à chaque fois ce qu'ils peuvent devenir lorsqu'on utilise une technique de travail du sol moins radicale.

21- Porosité et enracinement des cultures

211. La porosité

Le labour augmente la porosité totale du sol quelles que soient ses conditions de réalisation. Il prend la terre, la brise et la retourne en la divisant plus ou moins finement en fonction de son humidité et donc de l'intensité de sa prise en masse. Il crée ainsi une fissuration artificielle qui n'existe pratiquement pas dans les conditions naturelles.

Le tableau n°2 regroupe quelques mesures obtenues en plein champ dans une gamme de différentes conditions tout à fait représentatives des résultats généralement obtenus.

Tableau 2: Exemples d'effets du labour sur la porosité globale du sol

		Porosité totale		Comparaison statistique
		Témoin	Labour	
Bambey	Dior	38,1 40,8	44,5 47,5	++ ++
	Dek	39,2 40,0	46,0 46,4	++ ++
Nioro-du-Rip		42,6 41,9	47,2 47,5	++ ++
Sinthiou Malème		40,8 43,4	44,2 47,5	++ f-t
S é f a		43,0 44,9	51,3 47,9	++ ++

f-t = Différence hautement significative.

Si l'on effectue les mesures de porosité sur des échantillons de sol de taille décroissante prélevés sur une parcelle labourée dans de bonnes conditions d'humidité, on obtient sur un sol Dior de Bambeï :

Tableau 3 : Porosité d'un sol Dior labouré en fonction de la taille des prélèvements.

Diamètre échantillons cm	15	7	4	3	2	1
Porosité globale %	46	43,8	43,3	43,4	43,6	43,2
Porosité structurale %	15,5	12,1	11,3	11,4	11,7	11,1

Par comparaison avec les résultats du tableau (1) on constate (fig.1)

- que la porosité globale est passée de 40,9 à 46% soit une augmentation de 12% qui paraît relativement faible;
- que la porosité structurale a plus ou moins doublé
- que même au niveau du plus petit agrégat mesuré la porosité a augmenté, ce qui veut dire que le bouleversement créé par le labour est très profond.

Si le labour est réalisé dans des conditions voisines de la dessiccation complète, il est alors composé d'un assemblage de mottes elles-mêmes déjà prises en masse. Il n'agit donc pas au niveau de l'agrégat comme on peut l'observer dans le tableau 4.

Tableau 4: Labour en sec, Porosité en fonction de la taille des échantillons

Diamètre cm	15	7	4	3	2
Porosité globale	53,0	41,0	40,0	40,0	39,5
Porosité structurale	26,4	7,7	6,1	6,1	5,3

C'est la qualité de la porosité qui est moins bonne.

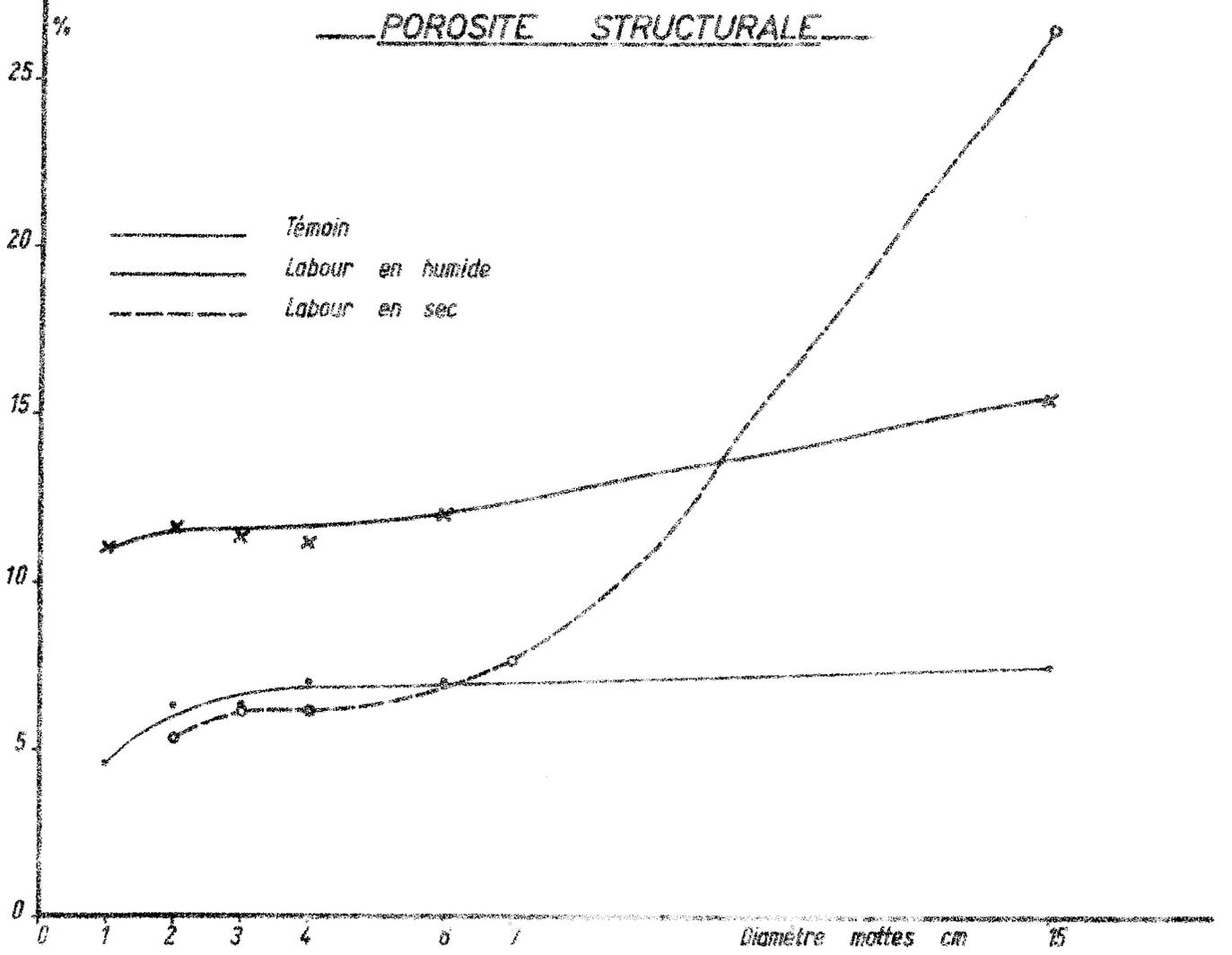
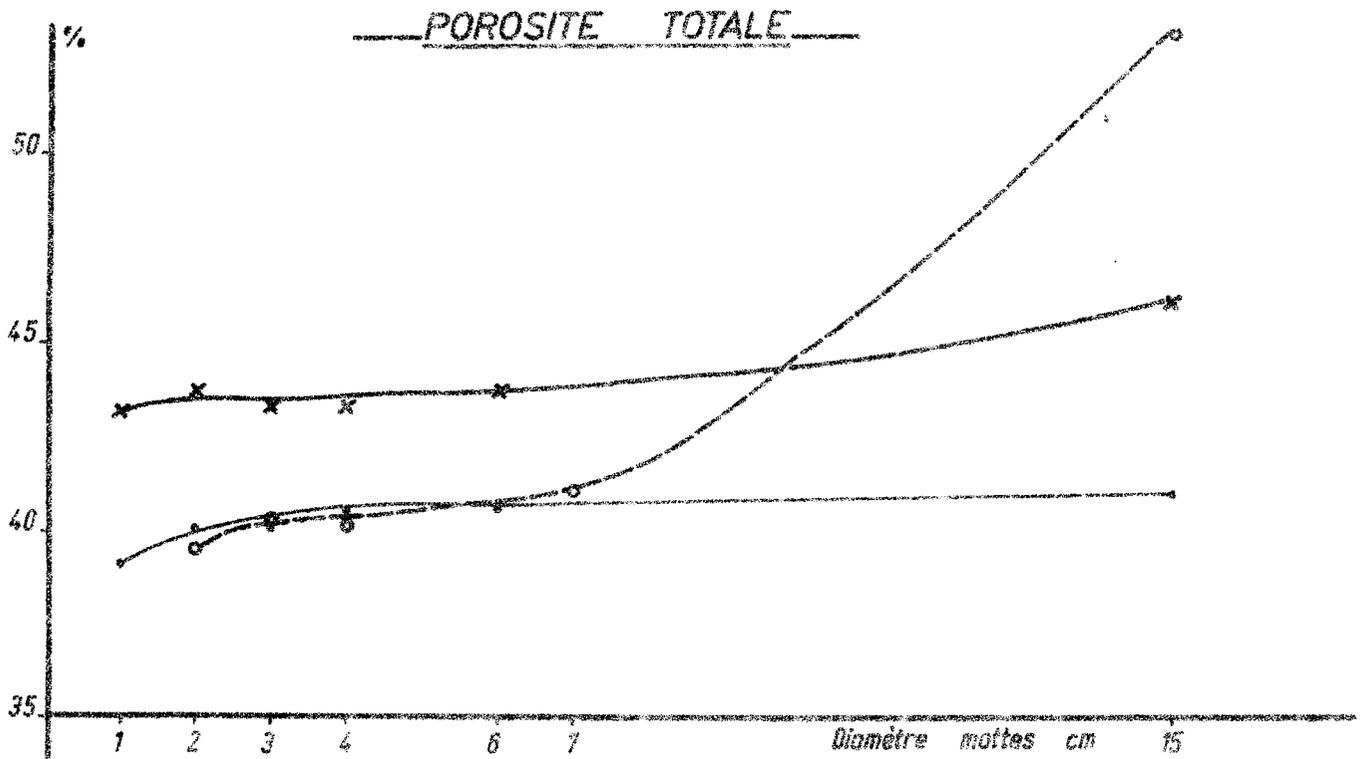
Tout travail du sol aura d'autant plus d'impact sur la porosité :

- qu'il est plus profond; en particulier sur un sol sableux pulvérulent en surface, ce qui compte c'est d'agir sur la couche sous jacente plus compacte et de créer des mottes. Rien ne sert de remuer le sable.
- qu'il est effectué à une bonne humidité
- qu'il couvre l'ensemble de la superficie.

A cet égard le travail avec une dent scarificatrice ou sous soleuse ne peut avoir qu'un effet très partiel et à condition que les lignes de semis recouvrent les zones travaillées. Encore cela peut-il interdire l'extension latérale des systèmes racinaires.

Les conséquences de cet accroissement de porosité sont très importantes et concernent principalement l'enracinement des cultures.

POROSITES EN FONCTION DE LA TAILLE DES PRELEVEMENTS



212. Modification du système racinaire des plantes cultivées

La croissance **racinaire** des plantes cultivées est en relation étroite avec la porosité du sol. Un certain nombre de relations ont été mises en évidence entre densités racinaires et porosité globale (fig. 2). Il faut cependant remarquer que la relation dépasse la simple constatation que la masse racinaire augmente quand la porosité croît. En réalité c'est toute la dynamique de l'**installation** de l'enracinement qui est modifiée favorablement :

- vitesse de croissance
- profondeur maximale et **longueur** totale
- poids total
- augmentation de la densité racinaire en profondeur
- surface diamétrale
- écart moyen entre deux racines.

On pourra consulter en annexe tableaux et graphiques rassemblés pour illustrer les modifications de ces différents facteurs qui agissent **tous dans le même sens**, en favorisant l'alimentation hydrique et minérale dès le début du cycle de la plante.

Compte tenu des relations qui existent entre **porosité** et enracinement, il est certain que l'humidité, profondeur et largeur de travail conditionnent aussi le développement du système racinaire. Cependant certaines espèces à enracinement **pivotant** réagiront mieux à de simples sous-solages qui permettent au pivot de trouver un cheminement préférentiel pour s'enfoncer, au contraire les systèmes **fasciculés** préféreraient ^{les} possibilités d'extension latérales présentées par un travail général de la surface. Ceci peut expliquer dans une certaine mesure les différences de réaction des espèces en fonction du type de travail du sol réalisé.

22- Economie de l'eau

Du point de vue de l'économie de l'eau le labour peut agir dans trois directions :

- Améliorer l'**infiltration** de l'eau dans le sol
- Conserver l'eau **emmagasinée**
- Faciliter l'utilisation de l'eau stockée.

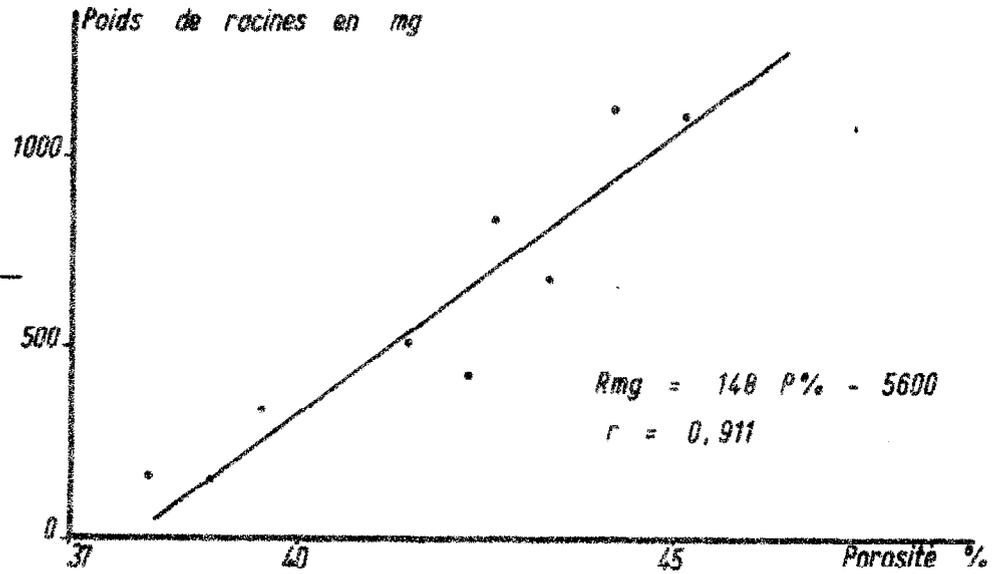
221. Amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol

Par **son** effet sur la porosité du sol et par la création d'un **micro-relief**, le labour améliore les capacités d'infiltration de l'eau, tout au **moins** en début de saison des pluies, lorsque le sol est encore nu et que la végétation peu **développée** ne le protège pas contre l'**agressivité** des pluies.

RELATIONS ENTRE POROSITE ET ENRACINEMENT

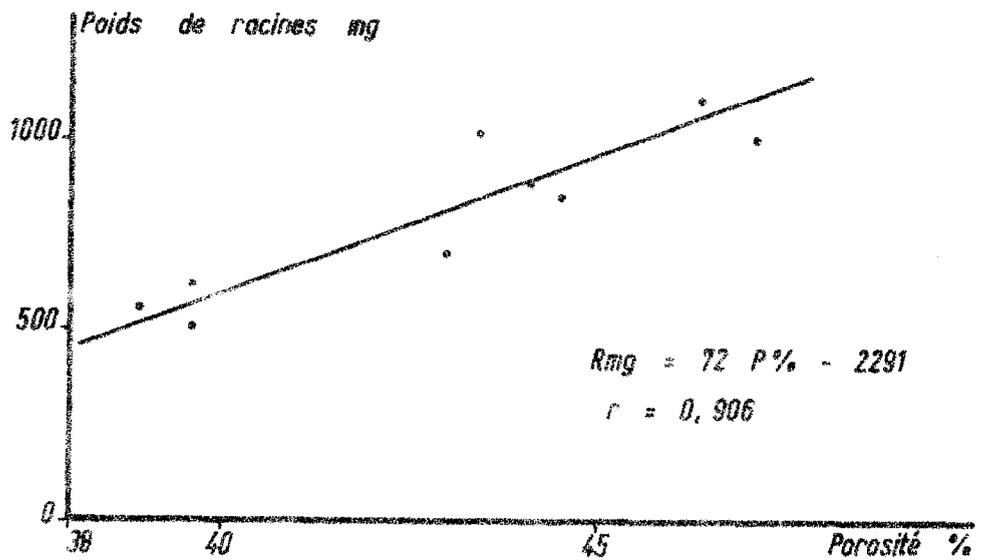
BANDEY ARACHIDE

(BLONDEL 1965)



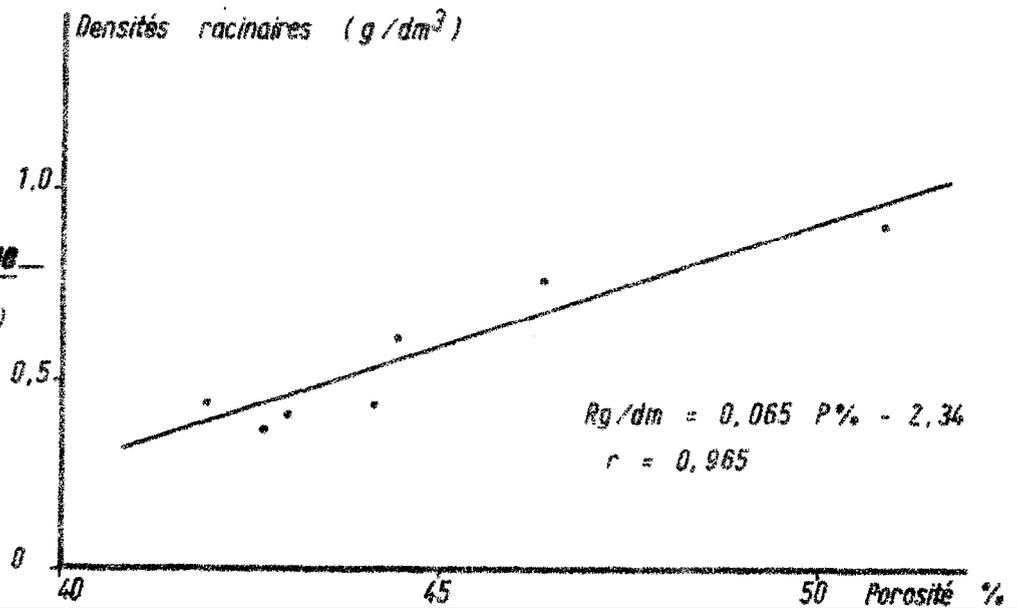
BANDEY SORGHO

(BLONDEL 1965)



NIBBO DU RIP SORGHO

(NICOU - THIRIUM 1967)



Deux types de mesure permettent de le vérifier :

- Les profils hydriques en début de saison des pluies. Par exemple à Bambey en 1971 après 200 mm de pluie on a pu observer que les stocks d'eau sur 2 m étaient les suivants sur des sols maintenus sans végétation

Tableau 5: Réserves en eau à Bambey en 1971 après 200 mm de pluie: sol nu

	Témoin	Labour
Stock d'eau en mm	139	155
Différence		+16

- Les mesures de ruissellement

Elles ont été faites en particulier à l'aide de cases d'érosion dans le Sud du Sénégal. Dans une expérience, on comparait le ruissellement sur deux sols nus, l'un non travaillé, l'autre labouré. Après 729 mm de pluie les ruissellements suivants avaient été enregistrés :

- Témoin 271 cm
- Labour 151 mm

L'infiltration avait donc augmenté de 26 % sur le labour puisque 578 mm s'étaient infiltrés contre 458 sur le témoin.

Il faut aussi remarquer que la croissance végétative des plantes étant plus rapide sur sol labouré, l'eau est plus facilement retenue par la végétation qui constitue elle-même un obstacle important au ruissellement.

Tout travail du sol qui augmente la porosité et crée un microrelief aura les mêmes avantages que le labour. A cet égard une pulvérisation trop fine en surface sera moins efficace, les petites mottes étant plus facilement délitées par les gouttes de pluie. C'est le cas par exemple d'une préparation en humide avec des pièces travaillantes "pattes d'oies" ou d'un labour trop émietté. Un labour en sec arrêtera plus facilement le ruissellement à condition qu'il n'y ait pas trop de sables entre les mottes.

222. Réduction de l'évaporation et maintien de l'eau dans le sol pendant la saison sèche

Un labour effectué à la fin de la saison des pluies permet de conserver l'humidité résiduelle laissée par les cultures récoltées.

Ceci peut s'expliquer d'abord par son action sur les adventices, puisqu'elles se trouvent enfouies par le retournement. Mais d'autre part, le labour en augmentant la porosité des horizons travaillés accélère le processus d'évaporation dans cette zone, provoque une rupture rapide des frontscapillaires et en accroissant l'efficacité du self-mulching naturel, supprime pratiquement toute évaporation au-dessous de la zone labourée.

On peut se demander quels sont les avantages par rapport à un sol soigneusement désherbé après la dernière pluie, ou bien par rapport à un traitement de mulch artificiel obtenu en couchant les tiges de céréales ou tout autre résidu végétal pour protéger contre l'évaporation.

L'expérience montre

→ que les parcelles maintenues nues perdent plus d'eau que les parcelles labourées. Exemple: Bambeï perte en eau sur 2m pendant une saison sèche:

parcelle nue non labourée	89 mm
parcelle labourée	33 mm.

Rappelons que si l'on peut empêcher toute évaporation on ne saurait interdire toutes les percolations en profondeur, donc ici au-dessous de 2m.

→ Que le mulch pailleux protège bien en début de saison sèche, mais que par la suite les pertes deviennent plus importantes et le résultat est inférieur à celui obtenu avec un sol nu.

Nous verrons que le processus de protection en début de saison sèche doit pouvoir être utilisé pour retarder la réalisation de certains labours de fin de cycle.

On a rassemblé sur un même tableau des observations effectuées sur parcelles de grande culture du CNRA de Bambeï.

Tableau 6: Stock d'eau utile sur 2m dernière pluie le 20 Octobre

	30 Novembre 1972	29 Juin 1973
Mil récolté, pailles laissées sur place, sol non labouré	34 mm	3 mm
Mil récolté, sol paillé sans herbe	71 mm	30 mm
Labour de fin de cycle avec enfouissement des pailles	57 mm	53 mm

Il est important de noter qu'il faut éviter toute repousse d'adventice sur le labour car dans ces conditions le stock d'eau serait rapidement épuisé

On peut envisager d'utiliser d'autres techniques moins contraignantes pour rompre le front capillaire. Certaines sont utilisées dans les zones arides du Texas ou de Californie. Toutes ont pour effet de supprimer les adventices et d'accroître la porosité des horizons superficiels. Ce pourrait être le cas d'un travail aux pattes d'oies en humide en fin de cycle, mais il serait nécessaire de connaître l'importance de l'épaisseur de la couche travaillée et fortement

desséchée sur la capacité de protection contre l'évaporation des horizons sous-jacents. On peut aussi s'interroger sur les capacités de protection contre l'érosion éolienne lorsque la surface du sol est aussi finement divisée.

223. Possibilités d'utilisation de l'eau du sol par les racines

Le labour permet donc d'augmenter l'infiltration et de stocker le maximum d'eau infiltrée avec le minimum de pertes. Cependant, cette eau ne se trouve pas immédiatement au-dessous des horizons superficiels mais surtout à partir de 30-40 cm. Pour qu'elle soit disponible, il faut que les systèmes racinaires soient suffisamment développés en profondeur pour aller la chercher là où elle se trouve. Or il a été montré que le labour augmentait toutes les caractéristiques de l'enracinement et en particulier la vitesse de croissance.

De nombreux suivis de profils hydriques effectués pendant des périodes de sécheresse en cours de culture, ont permis de vérifier que les plantes cultivées sur labour explorent plus complètement les réserves hydriques du sol. On pourra trouver quelques exemples de comparaison en annexe.

L'absence de travail du sol ou un travail trop superficiel provoquent souvent une prolifération de l'enracinement en surface aux dépens des horizons profonds. La plante s'alimente alors presque uniquement à partir des 20 ou 30 premiers centimètres et se trouve très sensible aux périodes de sécheresse puisqu'elle ne peut pas puiser dans les réserves plus profondes. Au contraire sur labour, l'absorption reste importante en profondeur ce qui se traduit globalement par une consommation plus élevée.

Dès les premières pluies les horizons desséchés du labour sont rehumectés. La rapidité de croissance du système racinaire permet à la plante d'avoir très vite des racines dans la réserve en eau et la met à l'abri des sécheresses fréquentes en début de cycle surtout dans la zone Nord.

L'exemple recueilli à Bambey en 1972 est particulièrement frappant à cet égard. Après des pluies précoces (45 mm du 4 au 6 Juin) l'arachide et le mil furent semés le 25 Juin sur 23 mm. Ce semis fut suivi d'une période de sécheresse de 35 jours (pluie du 30 Juillet). Or le 27 Juillet l'état des réserves en eau était le suivant.

Tableau n°7: Etat des réserves hydriques après 35j de sécheresse et rendements finaux

	Précédent cultural	Réserves en eau utile sur 2 m	Rendements arachide gousse kg/ha	Rendements mil grain kg/ha
1	Jachère brûlée pas de labour	21	1000	64
2	Jachère enfouie en Oct. 1971		1800	1600
3	Milles récolté parillés en Oct. 1971		2000	1600

Sur le traitement 1 la réserve était faible et seul l'enracinement pivotant de l'arachide pouvait l'atteindre et limiter ainsi les dégâts. Le mil a complètement disparu (enracinement trop superficiel) et a dû être **ressemé** le 31 Juillet donc trop **tard**.

Sur les traitements 2 et 3 les **réserves** abondantes ont **été** parfaitement utilisées et les **rendements** furent très satisfaisants.

Le labour permet à la plante d'avoir un développement végétatif plus **important** ainsi qu'une **espérance** de rendement plus forte: mais il crée en retour des besoins en eau plus grands. Les chiffres cités en annexe montreront que la consommation a augmenté sur les parcelles labourées. Mais dans ce cas la plante **grâce** à son enracinement profond et ^{réparti} mieux/peut mieux prélever l'eau stockée en profondeur dans une zone non atteinte par un **système racinaire** peu développé, à condition que cette eau stockée existe, ce qui n'est pas le cas pour tous les types de labour,

D'autre part les besoins en eau des plantes ne sont pas directement proportionnels à leur développement végétatif. La **consommation** augmente mais pour un **doublent** du poids des parties aériennes, les besoins en eau sont loin d'être multipliés par deux. Cette augmentation est compensée par l'augmentation du réservoir hydrique mis à la disposition de la plante.

Il est possible que dans certaines conditions **particulièrement** dures, les disponibilités deviennent insuffisantes et que la plante souffre. Mais il est finalement assez rare que cela se produise sur parcelle labourée sans que le **témoin** ne soit, lui aussi atteint. Il en est de même des traitements intermédiaires de travail du sol qui accroissent le développement végétatif de la plante en début de cycle sans **augmenter** la capacité du réservoir. Enfin l'épandage : d'engrais **minéral** en surface, surtout à forte dose, a souvent un **rôle perturbateur**, car il joue en sens inverse du labour, favorisant le développement superficiel du système **racinaire**, ce qui diminue d'autant les possibilités de résistance à la sécheresse.

23- L'érosion

C'est l'argument principal des détracteurs du labour, **en** particulier pour la zone tropicale sèche. Les mises en garde contre la charrue "dévastatrice des sols" ne manquent pas dans la littérature agronomique tropicale. On l'a bien vu **lors** de la sécheresse de 1972 où certains ont même accusé le labour d'avoir stérilisé les sols de la région du Nord Sénégal, **d'être** à l'origine de la désertification, **alors** que la charrue n'y a jamais été utilisée, si ce n'est par la recherche sur quelques parcelles d'essai.

En réalité les faits expérimentaux venant à l'appui de cette théorie sont pratiquement inexistantes et aucun chiffre ne peut être avancé.

Nous distinguerons deux types d'érosion.

231. L'érosion éolienne

En saison sèche lorsque le sol est labouré, le vent peut difficilement soulever et transporter les mottes qui offrent plus de résistance qu'un sol pulvérulent. Au contraire toute pulvérisation superficielle telle qu'elle existe après une culture d'arachide traditionnelle provoque inévitablement l'entraînement des éléments les plus légers. A cet égard les travaux du sol qui pulvérisent pourront être néfastes. C'est en particulier le cas de certains labours effectués à grande vitesse avec une charrue à disques. La facheuse et tenace réputation du labour tient semble-t-il justement à la confusion qui a longtemps été faite entre profondeur et intensité de travail. Tout facteur conduisant à un émiettement du sol est à proscrire dans la mesure du possible. Le labour en traction bovine ne présente aucun danger. Le travail au tracteur devra être fait lentement de manière à créer des mottes de taille suffisante..

232. L'érosion hydrique

Nous avons vu qu'en saison des pluies la porosité facilite l'infiltration. La présence de mottes constitue un microrelief qui limite fortement le ruissellement et l'érosion. Les résultats obtenus dans ce domaine viennent aussi contredire les hypothèses avancées et qui ne reposent sur aucune donnée chiffrée.

L'érosion hydrique peut être considérée comme le produit de deux facteurs : - le volume de ruissellement
- la turbidité spécifique ou charge de la nappe ravinante.

Dans l'expérience citée plus haut à Séfa, on a vu que le volume du ruissellement était inférieur sur labour à ce qu'il était sur témoin: 151 mm contre 271 mm. Or la turbidité spécifique est aussi plus faible car le microrelief créé par le labour a freiné la nappe ravinante et provoqué des atterrissements locaux.

Tableau 8: Erosion et ruissellement comparés

	Témoin	Labour
Ruissellement mm	271	151
Turbidité spécifique g/l	6,68	4,28
Terre érodée t/ha	18,1	6,46

Des chiffres semblables ont été obtenus dans le Nord de la Côte d'Ivoire.

La technique du mulch pailleux, constitue un autre type de protection contre l'érosion dont on ne peut a priori ~~dénier~~ l'efficacité. Mais elle dépend essentiellement de la quantité de paille disponible après la récolte et ne peut s'envisager que pour certaines cultures.

24- La matière organique et la vie microbienne du sol

241. Incorporation au sol

Dans ce domaine le rôle du labour est avant tout d'incorporer suffisamment la matière organique à la couche terreuse, de manière à obtenir une bonne décomposition et une utilisation plus facile par le système racinaire des plantes. Cela permet en même temps de modifier plus profondément les propriétés physiques du sol et d'assurer une certaine pérennité de l'effet du labour. En particulier son action sur la prise en masse paraît très importante.

Les effets de la matière organique en général sont nombreux et personne ne met en cause la nécessité d'en restituer au sol le maximum possible, si l'on veut améliorer la fertilité. Les restitutions de résidus de récolte permettent, en particulier, une économie importante d'éléments minéraux, dont la mise à la disposition de la plante est probablement meilleure lorsque cette matière organique est enfouie que lorsqu'elle est apportée en surface.

Le phénomène a été particulièrement étudié en ce qui concerne le bilan de l'azote, dans une expérimentation où l'on comparait deux modalités d'apport de fumier (10 t/ha matière sèche) sur une culture de mil.

- Epandage en couverture
- Enfouissement

ceci en présence ou absence d'engrais minéral.

Les résultats sont tous en faveur de l'incorporation au sol par un labour :

- Les pertes totales en azote par dénitrification ou lessivage sont plus faibles (16% contre 30%)
- La plante utilise mieux l'azote organique (+ 16%)
- La quantité d'azote qui reste dans le sol après la récolte est plus importante (73% de la quantité de départ contre 60 %).
- Le coefficient d'utilisation de l'engrais minéral est plus élevé (34% contre 26%).

On a pu aussi remarquer que le système racinaire était plus superficiel lorsque la matière organique se trouvait en surface. Ceci peut présenter de sérieux inconvénients en période de sécheresse comme on l'a vu en 1972.

L'incorporation au sol peut revêtir différentes formes en fonction de la profondeur et de l'intensité du travail du sol. Un passage de dent en sec,

par exemple, *ne* permet pas de vraiment mélanger la matière organique au sol et l'on peut s'interroger sur l'utilité d'un tel travail.

La matière organique peut aussi revêtir différentes formes :

- Matières vertes : jachère ou engrais vert
- Matières sèches : pailles, résidus de récolte
- Matières préhumifiées; fumier, compost.

Fumier et compost peuvent être répandus et incorporés dans n'importe quelles conditions d'humidité, ce qui leur confère une grande plasticité. Pour mériter leur nom, les matières vertes sont à retourner 10 à 15 jours avant la date présumée de fin des pluies. Les matières sèches doivent être enfouies en fin de cycle lorsque le sol est encore suffisamment humide pour assurer une bonne décomposition. Ceci évite les accidents mécaniques au semis (**bourrage**) et surtout les phénomènes de toxicité dus à la phase initiale de dégradation. Ce point est essentiel pour réussir un enfouissement de pailles de toutes natures.

Il est absolument déconseillé d'enfouir des pailles dans un sol sec comme cela a été fait en 1976 dans le Centre-Nord du Sénégal. Il n'est pas suffisant que le fond du labour soit légèrement humide.

Seul le labour de fin de cycle permet donc un enfouissement de toutes les formes de restitutions organiques. Entre lui et le mulch pailleux, qui constitue aussi une forme de restitution, existent toute une série de travaux intermédiaires qui seront envisagés plus loin.

242. Action propre du labour

Le labour a une action propre sur la matière organique du sol en ce sens qu'il favorise sa minéralisation et augmente donc la quantité d'azote minéral directement utilisable par la plante. Ce phénomène est lié à une modification de la vie microbienne du sol consécutive à l'augmentation de porosité. Il dépasse donc le cadre strict du statut organique comme c'est le cas lorsqu'il accroît l'activité symbiotique du Rhizobium des légumineuses.

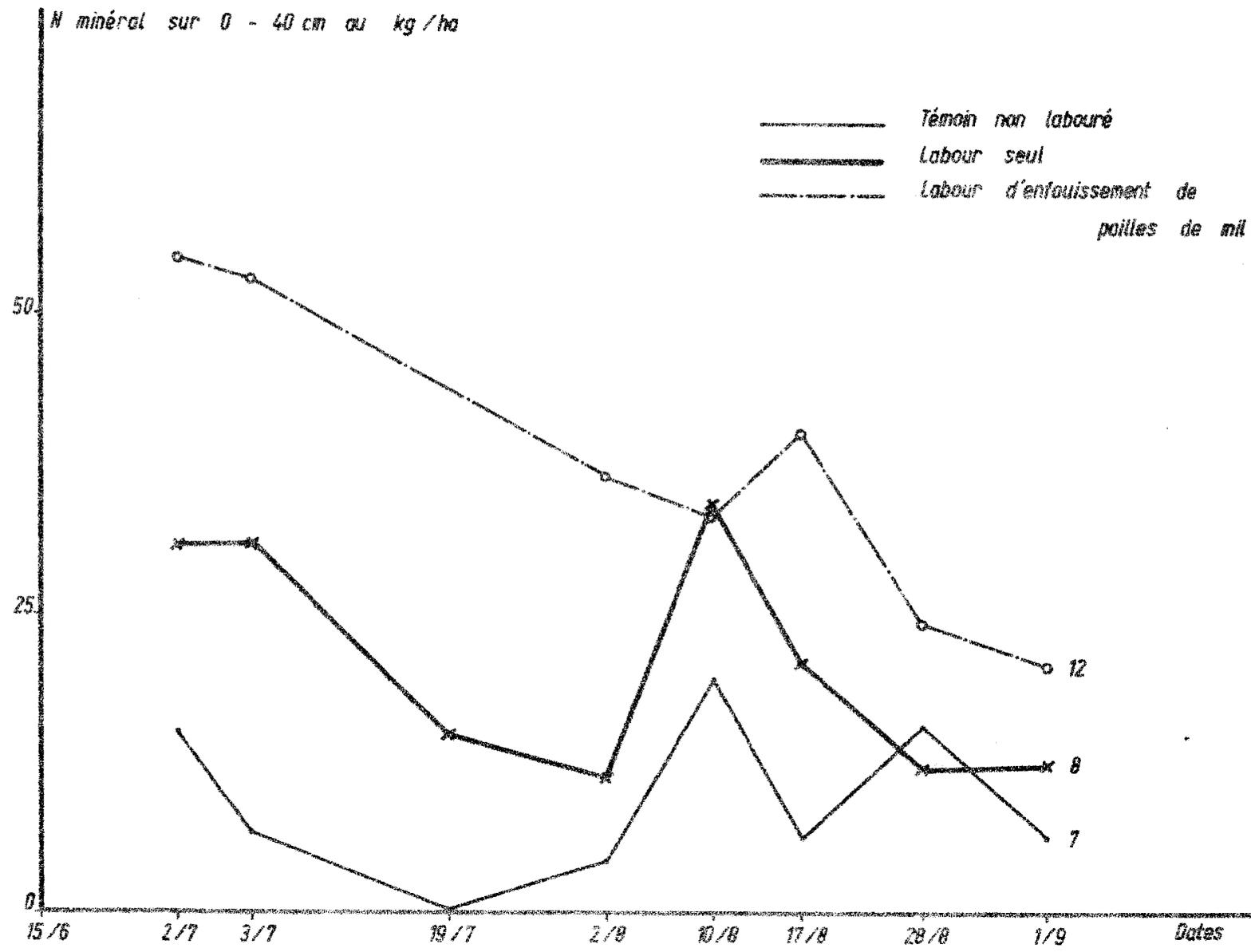
2421. Minéralisation de l'azote organique

En 1972 on a suivi à Bambey l'évolution des quantités d'azote minéral dans le sol pendant les 75 premiers jours de l'hivernage et ceci sur trois traitements (figure n° 3)

- Témoin non labouré
- Labour seul
- Labour de fin de cycle avec enfouissement de paille de mil.

DYNAMIQUE DE L'AZOTE A BAMBEY EN 1972 - SOL DIOR

FIGURE N° 3



- Le labour **accroit** les quantités d'azote minéral dans le sol dans des proportions **importantes**, la courbe suivent assez exactement celle **du témoin** mais à un niveau plus élevé.

- L'**apport complémentaire** de matière **organique**, tout en augmentant le stock d'azote minéral, **régularise** sa fourniture et la courbe est régulièrement croissante mais toujours supérieure aux deux autres.

On perçoit l'importance de tels phénomènes pour l'alimentation **azotée** des cultures, **particulièrement** des céréales.

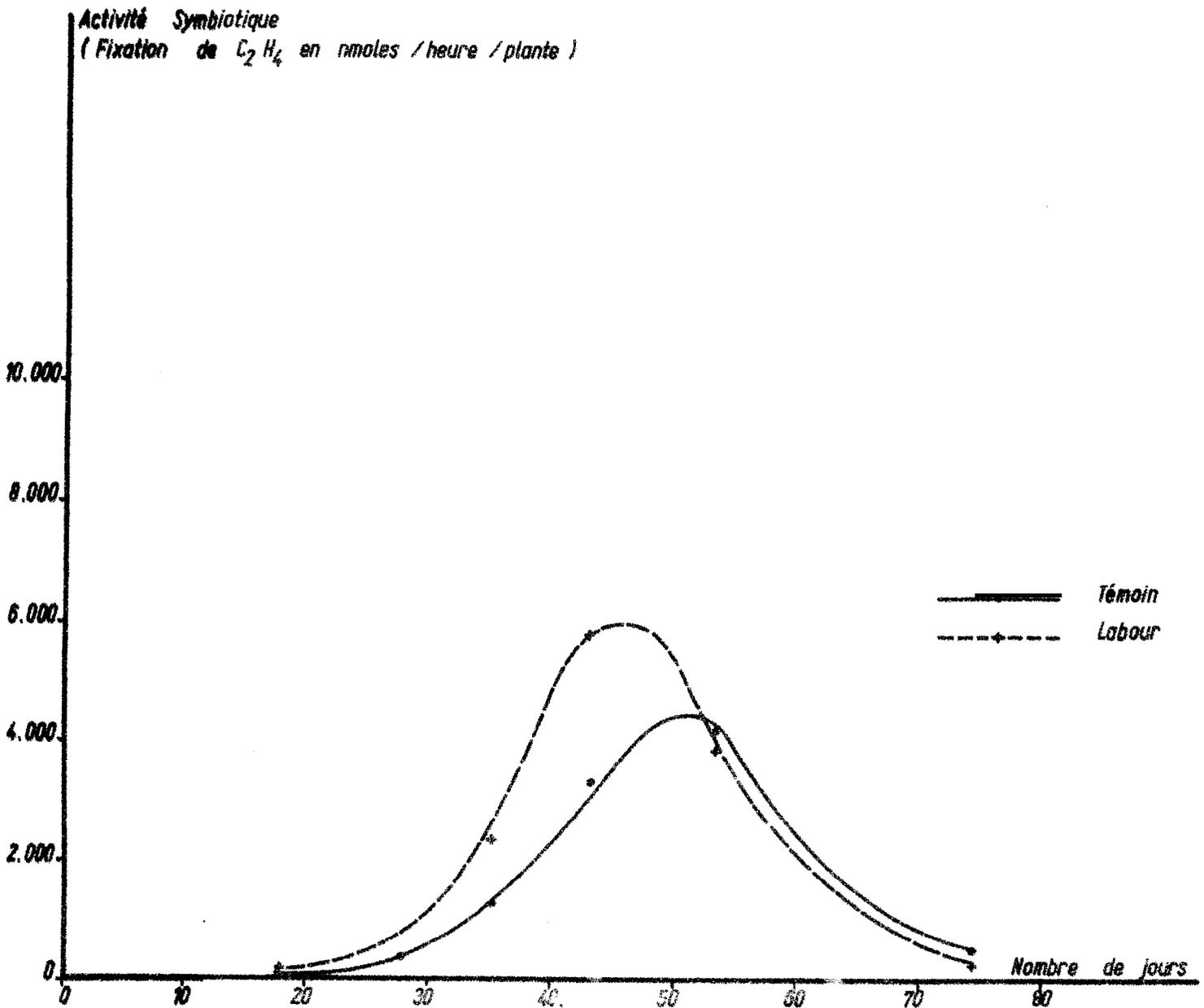
242.2. Activité symbiotique des légumineuses

Elle est surtout fortement accrue en **début** de cycle comme le montrent les courbes de **fixation** obtenues par la **méthode** de réduction à l'acétylène (**figure 4**, Thilmakha, 1974). Les résultats obtenus à Louga en 1976 ont confirmé ces données **puisque** au 62e jour la fixation était pratiquement triplée sur parcelle labourée (74.000 **nanomoles** C_2H_4/ha et par plante contre 27.000 sur le témoin), résultat équivalent à celui obtenu avec inoculation. Le **phénomène** est surtout marqué dans les sols sableux **épuisés**, à activité biologique faible. Ceci explique en partie les effets spectaculaires du labour sur arachide dans les zones **Nord** et Centre Nord.

Enfin il faut signaler un accroissement important des phénomènes **rhi-**zosphériques en raison des effets du labour sur l'**enracinement** des cultures.

INFLUENCE DU LABOUR SUR LA SYMBIOSE RHIZOBIUM - ARACHIDE

THILMAKHA (D'APRES WEY 1974)



3 - CONSEQUENCES AGRONOMIQUES

Nous examinerons les cinq conséquences qui nous paraissent les plus importantes :

- le niveau du rendement
- la sécurité du rendement
- les effets résiduels
- la **lutte** contre les adventices
- **l'économie** des éléments minéraux.

31- Les effets du labour sur le rendement des cultures

Dans le tableau 9 ont été rassemblés tous les résultats obtenus au Sénégal par l'IRAT et l'ISRA depuis 1960. Deux sources principales :

- les essais statistiques avec **répétitions**
- les champs de **prévulgarisation** où l'absence de répétition dans l'espace est compensée par des répétitions dans le temps et par une superficie plus importante des parcelles (en moyenne 900 m²).

N'ont pas été pris en compte ici les tests en milieu paysan, tels que les champs de régénération des sols dégradés conduits depuis plusieurs **années** dans les **zones** nord et centre-nord en collaboration avec la SODEVA.

Pour chaque culture on a simplement distingué les labours ordinaires des labours avec enfouissement de matière organique. Il s'agit de moyennes, et les labours ordinaires peuvent être suivant le cas, réalisés en sec ou en humide, en début ou en fin de saison des pluies. Les labours **d'enfouissement concernent** essentiellement l'engrais vert, la jachère ou les pailles. Quelques résultats sur arachide ont été obtenus avec du fumier. Les témoins correspondent à une culture traditionnelle effectuée normalement sans travail du sol.

Ce tableau appelle quelques commentaires.

- Le labour **accroît** le rendement de toutes les cultures. Cet accroissement est variable suivant les années, les sols et les espèces cultivées.
- Le nombre de résultats négatifs est relativement faible puisqu'il n'excède pas 13% pour le labour seul, et 24% pour le labour avec enfouissement.
- Les **céréales** sont très sensibles aux effets du labour qui vont en augmentant lorsque l'on passe du mil au sorgho puis au maïs et au riz pluvial. L'**action spécifique** de la matière organique est surtout sensible sur **maïs**, un peu sur riz

Tableau 9 : EFFETS MOYENS DES LABOURS SUR LES RENDEMENTS

	L A B O U R S E U L								L A B O U R D'E N F O U I S S E M E N T							
	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS			RENDEMENT	RENDEMENT	EXCEDENTS DUS AU		" "	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS			RENDEMENT	RENDEMENT	EXCEDENTS DUS AU		
	Totaux	Positifs	%	TEMOIN	LABOUR	kg/ha	%		kg/ha	%	Totaux	Positifs	%	TEMOIN	LABOUR	kg/ha
				kg/ha.	kg/ha			kg/ha						kg/ha		
" MIL GRAIN	36	35	97	1638	1944	+ 306	+ 19	" "	14	12	86	1416	1740	+324	+ 23	
" SORGHO GRAIN	54	47	87	2033	2523	+ 490	+ 24	" "	4	4	100	12.49		+ 446	+ 24	
" MATS GRAIN	20	20	100	2439	3666	+1227	+ 50	" "	27	25	93	1899	3289	+1390	+ 73	
" RIZ PLUVIAL PADDY	20	20	100	1164	2367	+1203	+103	" "	8	8	100	1328	2816	+1488	+112	
" COTONNIER (Coton grain)	16	14	88	1576	1840	+ 264	+ 17	" "	51	40	78	1356	1772	+ 416	+ 31	
" ARACHIDE GOUSSES	46	44	96	1259	1556	+ 297	+ 24	" "	123	94	76	1629	1779	+ 150	+ Y	
" TOTAL NOMBRE DE RESULTATS	192	180	94					" "	213	183	86					

- Pise à jour : Mars 1977

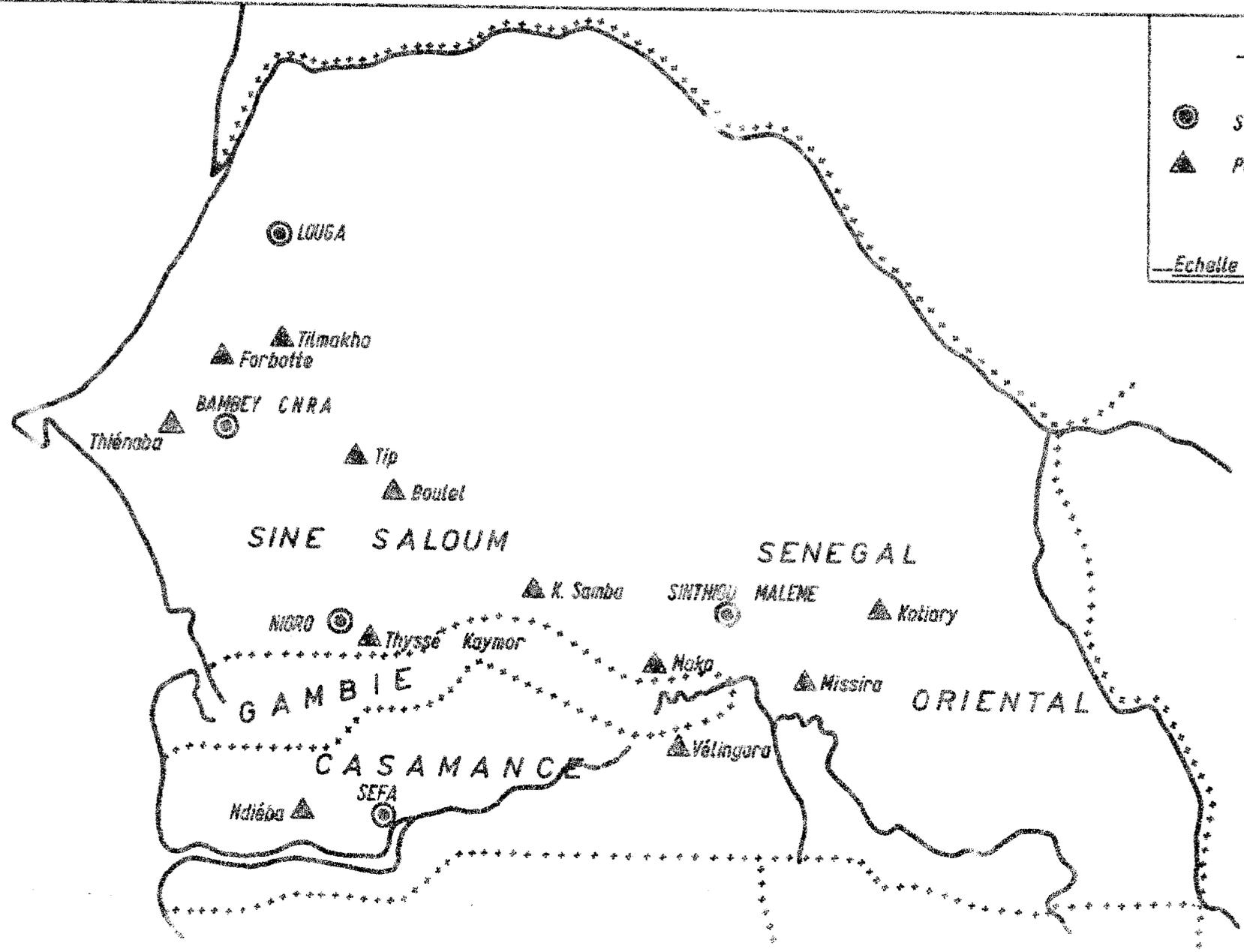
- Implantations géographiques (figure n°5) : LOUGX, THILMAKHA, FORBOTTE, BAMBÉY, THIENABA, BOULEL, TIP, KEUR YORO DOU, KEUR SAMBA, NIORO DU RIP, THYSS' KAYMOR, MAKÀ, SINTHIOU MALEME, COTIARY, MISSIRA, VELINGARA, SEFA, NDIBA

IMPLANTATION GEOGRAPHIQUE DES DIFFERENTS ESSAIS

LEGENDE

- Station
- ▲ Point d'appui

Echelle : 1 / 3.000.000



pluvial. Mais, outre le nombre réduit de **résultats**, particulièrement sur sorgho et riz pluvial, il faut noter que la matière organique préhumifiée (compost, fumier) est rarement prise en compte, les études faites à son sujet se référant toujours à un témoin labouré. Ainsi par exemple, à Bambey, où en moyenne sur 3 ans, le compost procure un **supplément** de rendement en mil grain de 20%.

- Le cotonnier paraît très sensible à l'action de la matière organique. L'étude des précédents culturels a d'ailleurs montré que sa meilleure place dans la rotation était derrière une jachère enfouie ou un maïs dont les pailles sont incorporées au sol dès la récolte.

- Le cas de l'arachide est très particulier. Le labour seul procure en moyenne une augmentation de rendement de 24%. Mais si l'on étudie la répartition géographique des effets, on s'aperçoit qu'ils sont de 37% dans le Nord et le Centre-Nord et de 12% dans le Sine-Saloum. Ceci peut s'expliquer par son action sur la fixation symbiotique de l'azote de l'air par le Rhizobium, dans les sols sableux **généralement** épuisés et à activité biologique faible. Les sols du Sine-Saloum ne **présentent apparemment** pas, pour l'instant, les mêmes symptômes d'épuisement, il reste les autres effets.

Le labour avec enfouissement concerne surtout la jachère et l'engrais vert. C'est lui ^{qui} présente le maximum de cas d'échec (24%) et le pourcentage d'augmentation le plus faible (+ 9%). Une hypothèse a été émise, qui semble se vérifier. Etant donné qu'il s'agit ici de matière organique non humifiée qui se **minéralise** rapidement, et compte tenu de l'accroissement de la vitesse de **minéralisation** de l'azote provoqué par le labour, dès le début des pluies, il y a **libération** d'une forte quantité d'azote minéral dans le sol, ce qui inhiberait la nodulation. Deux cas peuvent alors se produire:

. s'il y a de fortes pluies, l'azote est lessivé, La plante se trouve alors **démunie** puisqu'elle fixe peu et qu'elle ne trouve plus dans le sol ce dont elle a besoin pour assurer la formation des **gousses**, d'autant qu'elle a développé en général, une végétation abondante.

si le lessivage est limité, la fourniture continue d'azote est assurée par le sol, comme cela a été le cas en 1972. Il a été possible cette année là de mettre en évidence une relation inverse entre les quantités d'azote minéral présentes dans le sol et le nombre de nodosités, ce qui confirmerait l'hypothèse avancée.

Les résultats obtenus par ailleurs avec le fumier, montrent au contraire une action extrêmement bénéfique sur l'arachide car il favorise le développement de la **microflore** et active la nodulation. On-peut citer ici les **résultats** obtenus depuis 4 ans à Thilmakha et Thiénaba :

Labour seul	+ 16 %
Labour + fumier	+ 29 %.

Tableau 10 : EFFETS COMPARES DES LABOURS ET DES TRAVAUX A LA DENT

	D E N T E N S E C						P A T T E S D'OLE E N H U M I D E					
	NOMBRE DE RESULTATS	TEMOIN kg/ha	EXCEDENTS kg/ha		EXCEDENTS %		NOMBRE DE RESULTATS	TEMOIN kg/ha	EXCEDENTS kg/ha		EXCEDENTS %	
			Dent	Labour	Dent	Labour			Pattes d'oles	Labour	Pattes d'ole	Labour
" ARACHIDE	42	1825	+ 95	+222	+ 5	+ 12	" 5	2173	+ 83	+ 270	+ 4	+ 12
" SCIRGHO	28	2025	+ 9	+343	-	+ 17	"	2054	+111	+ 558	+ 5	+ 27
" M A I S	4	3181	- 131	+1138	- 6	+ 36	" 4	3181	+504	+1138	+ 16	+ 36
" COTONNIER	7	1440	+ 238	+ 430	+17	+ 30	" 3	1643	+386	+ 637	+ 23	+ 39

- Afin de pouvoir discuter plus loin les mérites comparés des différents travaux du sol, il nous^a paru intéressant de dresser un tableau des quelques résultats obtenus dans les essais où le labour était confronté, soit un travail à la dent en sec, soit à un travail aux "pattes d'oies" en humide (tableau 10).

- On s'aperçoit que le travail à la dent en sec présente rarement des avantages si ce n'est sur le cotonnier. On peut penser qu'un délatement suffisamment profond sur la ligne de semis facilite la pénétration du pivot.

- Les pattes d'oies en humide, qui peuvent travailler sur une plus grande profondeur (8-10 cm) et dont l'action sur la porosité est importante dans cette couche de sol, ont un effet non négligeable, surtout sur maïs et cotonnier, tout en restant loin du labour.

On sait aussi par certains essais, où le témoin était constitué par un "grattage" en sec, que le labour multiplie dans ce cas les rendements du riz pluvial par 2,5. Les résultats du tableau 9 montrent d'ailleurs que la culture du riz pluvial peut difficilement se concevoir sans labour, si l'on veut en tirer un profit convenable et se mettre à l'abri des sécheresses éventuelles.

- Pour clore ce paragraphe concernant le niveau des rendements il nous a paru intéressant de citer les résultats obtenus dans les tests de régénération du sol conduits depuis 1973 en milieu paysan dans la zone Centre-Nord: Moyenne des 4 années (1973-76) en 18 emplacements

Tableau 11: Effets du labour en milieu paysan: rendements kg/ha

	Témoin	Labour en sec	
	kg/ha	kg/ha	% Témoin
Arachide gousses	1070	1239	116
Mil grain	794	1091	137

C'est une confirmation, dans le milieu d'application, des résultats obtenus en expérimentation, avec une maximisation des effets du labour sur le mil dont le niveau de base est assez faible.

32- La sécurité du rendement

Ce caractère est étroitement lié au problème de la résistance à la sécheresse, et, en partie, à celui de l'alimentation minérale.

Nous avons vu que le labour :

- permettait de conserver le stock d'eau qui reste dans le sol à la fin de la saison des pluies. Ceci est possible dans le cas du labour de fin de cycle et (à un moindre degré) de toute technique permettant de rompre le front capillaire et

de stopper l'évaporation: sol nu désherbe, mulch pailleux, travail du sol superficiel de fin de cycle;

- provoquait une croissance rapide du système racinaire des plantes; la culture atteignant très vite les réserves hydriques, elle est mise à l'abri des sécheresses de début de cycle. Ceci n'est pas le cas des techniques sans travail et se trouve limitée en cas de travail superficiel

- augmentait d'une manière générale toutes les caractéristiques de l'enracinement et, en particulier, sa profondeur. En cas de sécheresse, la plante continue à s'alimenter dans des zones constamment humides. Seul le labour présente cet avantage

On peut donc dire que les possibilités de résistance à la sécheresse sont accrues et qu'elles permettent à la plante de passer des moments difficiles soit, comme en 1972, le senes très tardif est évité car la plante ne se dessèche pas, soit comme en 1976, la sécheresse qui intervient au moment de la floraison ne la pénalise pas. On a pu ainsi comparer à Bambey ce qui s'est passé (en 1976) sur deux cultures de mil très voisines*

- L'une sans labour et sans report des réserves (le stock d'eau utile était nul au départ). La plante n'a pu consommer en moyenne que 230 mm et, si elle a résisté globalement, son rendement a été limité à 1463 kg/ha.

- L'autre sur labour de fin de cycle avec stock d'eau d'environ 80 mm à pu s'alimenter normalement au cours de la floraison. Elle a consommé environ 300 mm et les rendements ont été voisins de 2500 kg/ha.

Le volume prospecté par les racines étant plus important, la plante peut avoir accès à des réserves minérales qu'elle ne pourrait pas atteindre. Cela limite ainsi les effets du lessivage. Par ailleurs la distance entre racines étant diminuée les phénomènes d'échanges en sont facilités (voir annexes tableau n° 24

La régularité de l'alimentation hydrique et minérale est donc un facteur de sécurité du rendement que les techniques de travail du sol autres que le labour ne peuvent procurer que partiellement.

33- Les effets résiduels

Le labour peut avoir des effets résiduels non négligeables pendant plusieurs années.

Ces effets sont d'abord visibles sur la structure, et l'observation des profils culturaux permet en général de les déceler, quand ils existent. Ils sont mesurables, quelquefois sur la porosité, plus souvent sur l'enracinement des plantes, la plupart du temps sur la force de résistance à la pénétration.

Ainsi, par exemple, des mesures pénétrométriques ont été effectuées sur différentes séries d'un essai à Sinthiou Malème en 1970. On a enregistré les forces

nécessaires pour enfoncer un barreau métallique à 15 cm de profondeur et on a comparé les résultats obtenus en présence d'un labour d'enfouissement réalisé 1, 2 ou 3 ans auparavant (Tableau 12)

Tableau 12: Effets résiduels du labour sur la résistance à la pénétration

Culture	Date du labour	P à 15 cm mesurée en Février 1970		Labour en % du témoin
		Témoin	Labour	
Jachère	10/ 1969	282	69	24
Maïs	10/ 1968	272	124	86
Sorgho	10/ 1967	270	168	62
Arachide	10/ 1966	209	206	99

Le sol n'a retrouvé sa cohésion initiale qu'après la 3e culture qui suit le labour.

Les répercussions sur les rendements sont souvent importantes comme le montrent les résultats figurant dans les tableaux 13. Pour chaque rotation le labour a été effectué immédiatement avant la première culture citée, pour les autres il s'agit donc bien d'effets résiduels.

Tableau 13: Effets résiduels sur les rendements:

Labours d'enfouissement	Nombre de résultats annuels	Témoin kg/ha	Labour kg/ha	Excéd. dû au labour:	
				kg/ha	%
Arachide	21	1953	2151	+ 198	+ 10
Mil ou Sorgho	21	1505	1778	+ 273	+ 18
Arachide	21	1662	1795	+ 133	+ 8
Maïs	12	2297	3481	+1184	+ 52
Riz, Sorgho ou Mil	12	1611	2064	+ 453	+ 28
Arachide	12	2164	2181	+ 17	+ 1

Labours ordinaires

Arachide	2	1787	2094	+ 307	+ 17
Mil	2	2389	2543	+ 154	+ 6
Arachide	2	1639	1591	- 48	- 3
Mil	2	1799	2069	+ 270	+ 15
Arachide	2	1823	1999	+ 176	+ 10
Mil	2	2088	2285	+ 197	+ 9
Maïs	5	2287	3725	+1438	+ 79
Riz	5	1149	1802	+ 653	+ 51
Arachide	5	1923	1976	+ 53	+ 6

Le degré de conservation de la structure créée par le labour et les conséquences qui en résultent sur les rendements sont sous la dépendance de nombreux facteurs que l'on a approximativement classés par ordre d'importance croissante.

- les caractéristiques du labour et de son modelé

Trop émietté il sera très sensible à l'agressivité des pluies et les phénomènes de battance provoqueront une forte reprise de la cohésion en saison sèche.

- les techniques culturales associées à la plante cultivée directement sur le labour, en particulier l'intensité des interventions manuelles et du piétinement.

- La présence ou l'absence de matière organique au moment du labour. Son rôle dans la conservation de la structure est très important. Elle joue un rôle mécanique d'armature du sol, le protégeant contre le tassement dû aux diverses interventions externes. Par ailleurs, en se décomposant, elle libère des cavités occupées par les racines, ce qui contribue au maintien de la porosité. Enfin certains produits de décomposition de la matière organique semblent intervenir dans le phénomène de prise en masse dont ils diminuent l'intensité en modifiant les propriétés du complexe argilo-humiques.

- la nature de la plante

Après arachide les modifications apportées au profil cultural paraissent faibles et plus difficilement décelables. Après une céréale au contraire, et grâce à un enracinement fasciculé, les améliorations de structure sont mieux conservées. La diminution de cohésion reste nette et l'incidence sur le système racinaire des cultures de deuxième et troisième année mesurable.

La succession des cultures, et la place des restitutions prennent donc une grande importance, puisqu'elles commandent la périodicité des labours. L'insertion du labour dans le calendrier cultural ne doit pas se concevoir par culture, mais dans le cadre du système d'exploitation.

Enfin pour assurer une bonne remanence des effets du labour, il convient de le soustraire aux actions dégradantes et pour cela :

- réaliser, hors le labour, le maximum d'opérations en sec
- mécaniser les opérations manuelles et en particulier le semis
- utiliser les herbicides
- éviter le pâturage des soles en rotation en réservant cette pratique à des terrains hors rotation.

34- La lutte contre les adventices

Bien que n'étant pas le principal effet du labour, il est certainement le moins contesté. Certains même prenant la partie pour le tout, lui accordent ce seul et unique avantage. Les paysans de l'Est et du Sud du Sénégal l'utilisent uniquement à cette fin, puisque traditionnellement ils attendent, avant de semer, que l'herbe ait poussé suffisamment pour l'enfouir, donnant ainsi à la culture une avance suffisante pour lutter contre les adventices. Ce faisant le retard au semis peut être très important (un mois), ce qui laisse le sol nu, exposé aux pluies violentes en début d'hivernage causant ainsi érosion et ruissellement. Si ce traitement est efficace pour la lutte contre les mauvaises herbes, il est catastrophique pour le sol et n'assure que de maigres rendements. Il s'agit en fait d'une caricature de labour, et on devrait plutôt parler d'un retournement des touffes d'herbe sur 8-10 cm de profondeur.

Que ce soit en début ou en fin de cycle, on estime généralement, que le labour effectué dans de bonnes conditions d'humidité et suffisamment ferme, doit permettre de supprimer, suivant le cas, un ou deux sarclo-binages. De toutes manières étant donné qu'il accélère la croissance végétative des plantes cultivées, il leur procure une avance importante sur les adventices dont les graines ont été enfouies? La couverture du sol par la culture étant plus rapidement assurée, le nombre de sarclages devient très limité.

Il faut particulièrement soigner la réalisation des labours d'enfouissement de matière verte, afin d'éviter toutes repousses d'adventices. Ceci est rarement obtenu dans les conditions paysannes (enfouissement de jachère). La largeur et la profondeur de travail ont une grande importance et il est essentiel que le retournement soit complet. La charrue doit être correctement réglée.

Les effets du labour en sec sur les adventices sont plus contestables. Il y a plus souvent éclatement que retournement complet et les résultats sont irréguliers.

Il n'y a rien à attendre de la dent en sec, par contre un travail aux pattes d'oies en humide, peut constituer un premier sarclage, à condition qu'il soit fait 3 à 4 jours après la première pluie, ce qui lui fait perdre un de ses avantages sur le labour de début de cycle, c'est-à-dire sa rapidité d'exécution.

Enfin le mulch pailleux, s'il recouvre complètement le sol dans les interlignes, peut jouer un rôle efficace. Le vrai problème est de disposer d'une quantité suffisante de paille pour assurer cette couverture.

Les résultats récents obtenus en Europe et en Nigeria avec la technique du "minimum tillage" basée sur une utilisation intensive des herbicides, ont montré qu'il fallait disposer de sols argileux à bonne structure pour obtenir des effets supérieurs à ceux du labour. Par contre en sol sableux le travail profond demeure indispensable.

35- L'économie des éléments minéraux

Ce point concerne essentiellement les restitutions organiques. Il est évident que tous les éléments minéraux qui sont contenus dans les parties exportées par la culture sont perdus pour le sol. Si l'on ne veut pas l'appauvrir il faut donc veiller à ce que le bilan minéral soit équilibré, si possible positif lorsqu'on veut remonter le niveau de fertilité. Or certains éléments comme le potassium sont contenus en grande quantité dans les pailles. Si donc on ne restitue pas ces résidus de récolte, il faudra apporter une fertilisation minérale plus importante et donc plus coûteuse.

Il ne s'agit pas de rêver que l'on pourra remplacer la fumure minérale par une fertilisation uniquement organique, car pour restituer les éléments contenus dans les parties utiles (grain, gousse, bourre 'cotonneuse) il faudrait apporter des quantités supplémentaires venant d'ailleurs, ce qui équivaudrait à faire un transfert de fertilité.

Dans ce contexte nous avons vu précédemment, sur l'exemple de l'azote, que la matière organique devait être bien incorporée au sol pour éviter les pertes de tous ordres et assurer une utilisation maximale. À cet égard, le labour joue donc un rôle essentiel.

Il ne faut pas perdre de vue, qu'en l'absence de toute restitution organique, le labour entraîne une augmentation des exportations minérales puisqu'il accroît les rendements. Le travail du sol est donc indissociable de la fertilisation; l'utilisation exclusive du labour entraîne à terme un appauvrissement en éléments minéraux. Par contre le développement racinaire assure un enrichissement organique et stimulation biologique.

4 - LES CONTRAINTES

Elles sont nombreuses mais nous en étudierons particulièrement 5 qui sont le plus souvent citées:

- le cycle de la plante
- les efforts de traction
- la technicité du paysan
- le calendrier de travail de l'exploitation
- la nécessaire protection des zones labourées.

41- Le Cycle de la plante

La faible durée de la saison des pluies et la nécessité de profiter au maximum des précipitations impose de faire caler au mieux le cycle des plantes avec la durée de l'hivernage.

La contrainte de cycle se présente donc sous deux aspects :

- Nécessité d'un semis précoce rendant problématique la réalisation des travaux de préparation
- Possibilité de récolter avant la dernière pluie pour effectuer les labours d'enfouissement dans de bonnes conditions d'humidité et stocker les réserves d'eau dans le sol.

411. La date de semis

Dans la plupart des pays de l'Ouest Africain, la saison des pluies est souvent précédée d'une période préparatoire, caractérisée par des pluies irrégulières insuffisantes pour réussir un semis, mais souvent bonnes pour effectuer les travaux du sol, qui compte tenu du phénomène de prise en masse, ne peuvent pour l'instant être réalisés en sec (voir contrainte de traction).

Par contre, au Sénégal, cette période préparatoire est réduite et la saison des pluies commence en général brutalement, tout au moins dans le Nord et le Centre du pays, Ce n'est qu'au Sénégal Oriental et en Casamance que l'on peut, certaines années, trouver des conditions favorables à une préparation anticipée.

Certaines plantes supportent cependant sans dommage important un retard au semis mis c'est loin d'être le cas général. Le problème est donc de savoir si le labour est aussi payant lorsqu'on doit retarder le semis pour le

réaliser. Nous disposons d'un certain nombre de résultats obtenus pour le mil à Barbey, pour l'arachide et le sorgho dans le Sine-Saloum, pour le maïs et le cotonnier au Sénégal Oriental.

Tableau 14: Labour et retard au semis

	Labour semis immédiat	Labour semis retardé	Témoin semis 1° pluie
Arachide	2342	1829	2232
Mil	2018	919	1591
Sorgho	3157	2994	2534
Maïs	3745	3776	3181
Cotonnier	1997	1984	1495

On peut faire plusieurs constatation

- Supériorité très nette des semis précoces pour l'arachide et le mil, moins évidente pour le maïs et le cotonnier. Fait important à signaler la date de semis retardée n'a jamais été située après le 15 Juillet, le décalage entre les deux dates étant en moyenne de 15 jours.

- Pour le sorgho, le maïs et le cotonnier il semble qu'il y ait toujours intérêt à labourer, quitte à retarder la date de semis, à condition de rester dans des limites raisonnables et/ou pas dépasser le 15 Juillet. Il faut préciser tout de même que pour le cotonnier il s'agit du Sénégal Oriental où les conditions pluviométriques sont plus favorables que dans le Sine-Saloum. Dans cette dernière région, il y a lieu de se montrer prudent compte-tenu des irrégularités du climat.

- Arachide et mil demandent impérativement un semis précoce, Tout retard à la date de semis entraîne des pertes de rendement que le travail du sol ne peut faire rattraper. Quel que soit le cycle de ces plantes, il faut donc prévoir de les semer sur un travail réalisé en fin de cycle ou en sec.

412. La date de récolte

Tout dépend de ce que l'on cherche

- Si l'on désire garder de l'eau en réserve il y a lieu de récolter dès la fin des pluies, et/ou assurer la disparition de toute végétation pour empêcher l'épuisement des réserves.

- Si l'on désire effectuer un labour d'enfouissement de résidus de récolte, l'humidité du sol doit être voisine de la capacité aux champs et il faut se situer un peu avant la fin présumée de l'hivernage.

• Si l'on veut labourer sans rien enfouir, ou bien incorporer du fumier ou du compost, il est possible d'attendre un certain temps après la récolte à condition de ne pas dépasser certaines limites, au bout desquelles la prise en masse devient trop forte.

Entre deux dessications complètes du sol, les impératifs du semis aidant, la marge de manoeuvre est faible.

Il est difficile de pouvoir réaliser labour de début de cycle et labour de fin de cycle sur une même culture la même année. Actuellement seuls les cycles du maïs et de certaines variétés de riz pluvial y sont adaptés en Casamance.

Dans le Centre du pays, on est amené le plus souvent à choisir l'un ou l'autre en fonction de la culture ou de son précédent. Là encore seuls le maïs, et le mil Souna ont des cycles assez courts pour permettre tous les ans un labour de fin de cycle.

Dans le Centre-Nord et le Nord le labour de début d'hivernage est l'exception,, et les variétés de mil et d'arachide actuellement cultivées rendent le labour de fin de cycle incertain. L'espoir réside dans les variétés à cycle plus court de 70-75 jours (possible pour le mil et le niébé, plus problématique pour l'arachide). De toutes manières il faudra faire appel au labour en sec. On se heurte alors à la seconde contrainte.

42- La contrainte de traction

Les efforts de traction à développer pour effectuer un travail du sol dépendent principalement :

- de la cohésion du sol
- de la présence ou l'absence de matière organique
- de la largeur et de la profondeur du travail réalisé.

La cohésion est, nous l'avons vu, fonction essentiellement :

- . de la texture
- . de l'humidité
- . de l'état structural.

C'est en fait l'humidité qui commande pratiquement tout.

Lorsque le sol est au voisinage de la capacité de rétention, et en absence de toute matière organique, l'effort de traction varie peu avec la texture tout au moins dans les gammes rencontrées dans la plupart des sols exondés du Sénégal.

Dès qu'il se dessèche, les forces de résistance à la pénétration augmentent rapidement et ce d'autant plus que le taux d'argile est plus élevé. Ceci correspond en gros à ce qui se passe lorsque l'on va du Nord au Sud du Sénégal

Exemple: Forces à appliquer pour enfoncer de 20 cm une tige métallique dans le sol (pénétrromètre)

	Argile ‰	F kg
Bambey	3,1	225
Séfa	11,7	634

On voit que le problème se pose en termes très différents*

C'est à ce niveau qu'interviennent les effets résiduels de précédents labours dont il a été question au paragraphe 33, et qui peuvent diminuer cette force de résistance permettant certaines interventions en sec. L'éventualité de travaux en sec doit être elle aussi raisonnée en fonction du système cultural et non d'une culture isolée.

• L'action de la matière organique dépend de sa nature. Il y a peu de difficultés avec le fumier ou le compost. Par contre les engrais verts, les jachères et les résidus de récolte posent d'autant plus de problèmes que la quantité et la taille des matières organiques à enfouir sont importantes. C'est ce qui se passe lorsqu'on veut enfouir du mil sur pied. Ce problème a d'ailleurs été en partie résolu par le fait que le paysan couche ses pailles au moment de la récolte. Elles sont alors mises à la main dans la raie du labour, ce qui revient à faire un labour ordinaire.

• Largeur et profondeur de travail représentent les deux dimensions de la section de la bande travaillée. L'effort rapporté à la surface de cette section s'exprime en kg/dm^2 . C'est ce que l'on appelle l'effort spécifique qui permet de comparer des travaux effectués dans différentes conditions.

Dans le tableau n° 15 ci-après on a fait figurer les efforts spécifiques moyens, ainsi que les efforts spécifiques maximum demandés par différents labours.

Tableau 15: Efforts spécifiques demandés par différents types de labour

	Effort spécifique moyen	Effort spécifique maximum
Labour début de cycle en humide	30	40
Labour fin de cycle Engrais vert	38	45
Labour fin cycle paille de mil	43,5	50
Labour en sec	81	145

Pour obtenir les efforts totaux il faut multiplier cet effort spécifique par la surface de la section travaillée. Or cette dernière dépend du type de charrue, mais aussi de son réglage, c'est-à-dire en réalité du niveau technique du paysan.

Ce sera la **troisième** contrainte que nous examinerons plus loin. Auparavant il nous a paru intéressant de comparer les efforts de traction moyens et maximum mesurés au cours de labour ou de travaux réalisés à la dent. Ceci nous sera utile dans l'appréciation finale,

Tableau 16: Efforts de traction comparés labour-travail à la dent

	Effort moyen kg/ha	Effort maximum kg
Labour en humide Profond. 16,5cm Largeur 23 cm	114	152
Pattes d'oies en sec: 3 dents	70	180
Dents Gouvy en sec sur bati Ariane 3 dents	180	260
Labour en sec Profondeur 12 cm Largeur 20 cm	194	350

Il est en général admis qu'une paire de boeufs pesant 800 kg peut fournir un effort moyen régulier de 120 kg et un effort instantané maximum de 600 kg. Lorsqu'on compare aux données précédentes on s'aperçoit que si l'on veut rester dans les limites raisonnables, il faudrait que le labour en sec concerne une section de 1,5 dm² soit une profondeur de 7,5cm sur 20 cm de large et ceci dans les conditions de sol Dior.

En réalité les paires de boeufs peuvent produire des efforts moyens **supérieurs** mais à condition de les faire travailler moins longtemps, On arrive dans les sols Dior à effectuer des labours en sec allant jusqu'à 15cm. Mais dès que l'on descend vers le Sud du pays, il devient impossible de réaliser ces travaux en traction bovine. Sur la station de Séfa, même les plus gros engins motorisés ont du mal à faire pénétrer une charrue dans le sol pris en **masse**. Seuls des enfouissements périodiques peuvent faire espérer une modification de cet **état**.

Enfin le labour en sec provoque une usure rapide des pièces **travaillantes** placées dans les pires conditions d'**abrasion**.

43- La maîtrise des conditions de réalisation

Il n'est pas toujours facile de réaliser un bon labour. Il faut travailler à la bonne humidité, avec des boeufs bien dressés, et une charrue correctement réglée. Le travail doit être profond et **rotteux**. La matière organique doit avoir **complètement** disparu. Le résultat n'est pas toujours flatteur à l'oeil. Il faut se méfier de certains travaux superficiels bien émiettés qui donnent l'impression d'être finement structurés alors qu'ils seront dégradés dès la première pluie.

Le paysan ne pourra répondre à ces exigences que dans la mesure où il possèdera :

- les moyens de traction et le matériel nécessaires
- la technicité

Plus les techniques sont contraignantes, plus elles sont difficiles, plus les risques de déviation sont grands et la technicité du paysan doit être élevée.

Entre le labour d'enfouissement parfaitement réussi et le nettoyage à l'hilaire, il existe toute une série de travaux d'exigences décroissantes.

Le paysan qui possède une paire de boeufs et une ariana peut apprendre à discipliner ses boeufs en même temps qu'il doit tenir ferme les mancherons pour essayer de réaliser un travail en sec valable. S'il se contente de laisser les pièces travaillantes remuer le sable, il effectue un travail inutile.

Avec une mini-charrue, l'effort de traction est plus grand, la charrue est plus difficile à tenir mis les réglages sont simples. Le résultat peut être encourageant. Il est un progrès dans la technique, mais il ne faut pas en espérer plus qu'il peut donner. On ne peut vouloir obtenir les meilleurs résultats avec un niveau technique médiocre. Une minicharrue n'est pas une BAJAC.

Actuellement on parle beaucoup de tracteur pour régler le problème de la contrainte de travail. Il s'agit du plus haut niveau technique et il faut se garder des erreurs passées. Un labour au tracteur dans ce type de sol doit être fait lentement pour éviter toute pulvérisation. Il faut donc savoir maîtriser les conditions de réalisation. Il y a grand danger à lancer des tracteurs dans la nature sans exercer un contrôle direct sur leurs actions et sans former soigneusement ceux qui les utilisent. Ces derniers devraient être de vrais paysans déjà entraînés aux techniques de travail du sol en culture attelée bovine et non de simples chauffeurs mécaniciens.

44- Les contraintes de travail

Elles ne concernent pas les travaux en sec qui se déroulent pendant une saison sèche qui dure plus de six mois.

- En début de cycle tous les travaux en humide entrant en concurrence avec :
 - . le semis
 - . les premiers sarclages
 - . les démariages

Le semis de l'arachide à la première pluie étant impératif, si le paysan ne possède qu'un seul attelage, il doit finir ses semis pour commencer le labour. Or c'est le moment où il doit normalement commencer le sarclage des céréales semées en sec, puis viendra ensuite celui de l'arachide, etc.. Le problème est difficilement soluble dans ce cas, hormis pluies précoces qui permettent, soit le labour, soit le semis de l'arachide.

Un travail aux pattes d'oies en humide plus rapide que le labour peut arriver à se glisser entre semis et sarclages, ~~mais~~ les obstacles sont de même nature et les possibilités assez réduites.

Seul. un paysan possédant plusieurs attelages, le matériel et la main d'oeuvre en conséquence, peut arriver à lever en partie cette contrainte. Cela peut être d'ailleurs une paire de boeufs pour le labour, chevaux ou ânes pour le semis et les premiers sarclages, Mais il faut bien avoir à l'esprit qu'il faut cinq jours pour labourer un hectare, et que le 15 Juillet il faut avoir terminé tous les semis.

- En fin de cycle les labours se situent dans le deuxième goulot d'étranglement constitué par :

- . les opérations de récolte
- . l'évacuation de ces récoltes.

Si l'on désire enfouir les pailles, il faut que le cycle de la plante soit suffisamment court pour que la récolte terminée et évacuée, le sol soit encore assez humide pour que la décomposition dans le sol soit satisfaisante. Cela veut dire que la récolte doit se situer avant la dernière pluie.

Si l'on n'enfouit rien le temps d'intervention entre la récolte et le dessèchement total du sol est limité et dépend bien évidemment de la zone et du cycle de la plante.

L'enfouissement des matières préhumifiées (compost, fumier) demande que l'on débarasse le champ de ses propres résidus, et que l'on transporte et épande le fumier. C'est un délai supplémentaire.

Le problème n'est donc pas simple mais il est possible de trouver des solutions partielles.

- D'abord le cycle des plantes de la rotation doit être tel que les récoltes soient échelonnées et permettent entre elles évacuation et labour. Il ne faut pas avoir uniquement des variétés à court cycle ou uniquement des variétés à long cycle.

- L'augmentation des moyens en traction et en matériel est une autre possibilité, mais elle est limitée par l'aspect financier. Le recours au tracteur utilisé sous forme de coopérative ou à l'entreprise permet de lever la plupart des contraintes. C'est la solution d'avenir mais il faut prendre des précautions.

- Le labour de fin de cycle retardé est certainement une technique intéressante, mais il faut pour cela que le paysan couche correctement ses pailles pour freiner l'évaporation. Au moment du labour, il doit ensuite débarasser le sol bande par bande au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Cette technique peu utilisée jusqu'à présent n'est cependant réalisable qu'après une culture de céréale.

Dans tous les cas, que ce soit en début ou en fin de cycle, la contrainte de travail ne peut être levée qu'en raisonnant sur l'ensemble de l'exploitation: les interactions cycle x travaux entre culture ~~sont~~ déterminantes.

45- La protection des labours

Les labours de fin de cycle, mais aussi dans une certaine mesure les labours en sec posent le problème de leur protection.

Actuellement dans un paysage rural non aménagé, ils sont très souvent piétinés par les animaux ou par les hommes. Il est difficile, sinon impossible, d'empêcher, pendant la saison sèche, un troupeau transhumant de traverser une parcelle non protégée.

Dans ces conditions, on peut se poser le problème de l'effet réel de ces labours, puisque la structure créée est en majorité détruite, quand cela n'aboutit pas à une pulvérisation pire que l'état initial.

Que dire du mulch pailleux qui n'a aucune chance de se maintenir puisqu'il constitue une partie de la nourriture de ce bétail transhumant ?

Les remèdes proposés sont de deux ordres (mais complémentaires) :

- Aménagement du paysage rural. La protection serait assurée par des haies vives, des clôtures, etc... Dans ce cadre seraient prévus des axes de cheminement des troupeaux.

- Sédentarisation de l'élevage. Ceci est d'autant plus important que l'on veut s'orienter vers une restitution maximale des résidus de récolte, et que les formes à privilégier sont le compost et le fumier, compte tenu des rejets dont sont l'objet les enfouissements de paille-

5 - SYNTHESE - DISCUSSION

Nous avons analysé les effets techniques du labour et leurs conséquences agronomiques. Chaque fois nous avons examiné ce qu'ils deviennent lorsqu'on passait du labour à des techniques de travail du sol moins intensives.

De la même manière nous avons passé en revue les principales contraintes techniques à la réalisation de ces travaux.

A partir de ces deux sources de données il devrait être possible de faire un choix raisonné en tenant compte du contexte socio-économique.

Cependant les facteurs qui entrent en jeu sont nombreux et il peut être difficile de s'y retrouver.

Pour tenter de faciliter ce choix, il nous a paru nécessaire d'essayer de regrouper l'ensemble des critères étudiés en trois tableaux et un graphique reprenant le plan de l'exposé:

- Effets techniques
- Conséquences agronomiques à l'exception des rendements mis en graphique
- Contraintes.

Chaque tableau envisage les différents modes de travail du sol actuellement possibles et dont les effets sont (au moins en partie) connus

Lorsqu'une incertitude persiste à ce sujet, soit parce que le problème a été peu étudié, soit parce qu'il n'a jamais fait l'objet de recherches dans les conditions du Sénégal, une astérisque figure en haut et à droite de la case. Cela ney ainsi en évidence un certain nombre de lacunes que l'on tache actuellement de combler ,

Dans chaque cas nous avons alors porté un jugement en fonction de ce qui a été dit précédemment. Quatre degrés ont été choisis: 0, x, xx, xxx, en fonction de l'intensité de l'effet du travail considéré, ou de l'importance de la contrainte pour sa réalisation. Mais afin que tout soit clair nous allons définir dans un premier temps les travaux du sol avec exactitude. Puis dans un deuxième temps nous expliquerons rapidement la signification de chaque critère retenu.

Ceci n'a pas été possible pour le rendement compte tenu du nombre de cultures et de l'intervalle de variation des effets. Dans ce cas, la forme imagée la plus avantageuse nous semble être le graphique qui net bien en évidence les différences entre traitements et entre cultures.

51- Les travaux du sol

Ils sont comparés, toutes autres techniques de culture égales par ailleurs.

A- Traditionnel: absence de tout travail du sol. Simple nettoyage à l'hilare en fin de saison sèche. Herbe rassemblée en tas et brûlée sur place.

B- Traditionnel + désherbage fin de cycle

Seule différence avec A: dès la dernière pluie sol soigneusement désherbé et maintenu inderme de toute végétation pendant la durée de la saison sèche.

C- Mulch pailleux

A la récolte pailles soigneusement couchées sur place de manière régulière, afin d'empêcher toute évaporation pendant la saison sèche. Aucun travail du sol (en cours d'expérimentation à Bambey et Séfa).

D- Dents en sec

Travail préparatoire en sec: scarificateurs à dents souples ou rigides, sous-soleuses. Profondeur réelle 5-6 cm.

E- Pattes d'ois en humide

Travail en sol humide avec socs sarcleurs "pattes d'ois" larges (250 à 300 mm) montés sur étauçons rigides. Profondeur possible 8-10 cm.

Deux cas sont envisagés

E1- Passage de l'instrument en début de saison des pluies. Courant en expérimentation, utilisé en vulgarisation.

E2- Passage de l'instrument en fin de cycle. N'a pratiquement jamais été expérimenté au Sénégal? Représente une des techniques intermédiaires possibles. Les jugements sont portés par analogie et en fonction des résultats obtenus dans d'autres pays avec des travaux du sol similaires.

F- Labour de début de cycle en humide --

Profondeur 15-20 cm

F1- Avec matière organique: fumier ou compost

F2- Sans matière organique.

G- Labour de fin de cycle en sol bien humide

Profondeur 15-20 cm

G1- Avec matière organique de toute nature: engrais vert, jachère, pailles fumier, compost, ...

G2- Sans matière organique.

H- Labour de fin de cycle retardé

Profondeur probable: 14-18 cm

Traitement prospectif dont les essais ont commencé à Bambeï.

Les pailles sont couchées après la récolte de manière à maintenir une certaine humidité du sol afin de retarder la date de réalisation du labour sans trop augmenter les efforts de traction.

H1- Avec matière organique: compost ou fumier

H2- Sans matière organique.

1- Labour en sec

Profondeur 12-15 cm

I1- Avec matière organique: compost ou fumier

I2- Sans matière organique,

52- Les critères de jugement

Porosité et enracinement

N'ont pas été dissociés compte tenu de leur étroite liaison.

Etant donné leur importance et les variations possibles en fonction du travail du sol, trois caractéristiques ont été retenues :

- Quantité globale: augmentation de porosité globale dans la zone travaillée et impact sur le développement latéral de l'enracinement.

- Qualité: effets sur la porosité au niveau de la petite motte et degré de ramification de l'enracinement.

- Profondeur : limite inférieure de l'horizon touché par les modifications de porosité. Répercussions sur l'approfondissement du système racinaire. Sur ce point on manque de données quant aux réelles possibilités du labour de fin de cycle retardé.

Stockage de l'eau

Aptitude d'un traitement à stopper l'évaporation du sol en fin de cycle et à maintenir le stock hydrique dans le sol pendant toute la saison sèche.

Matière organique

Deux aspects :

- Importance du choix des différentes natures de matière organique qu'il est possible d'enfouir sans problème de décomposition.

- Incorporation plus ou moins totale de cette matière organique au sol par le traitement considéré.

Lutte contre l'érosion

- Hydraulique: possibilités de limiter le ruissellement (donc meilleure infiltration de l'eau) et d'offrir une plus grande résistance à l'entraînement par les eaux.

Tableau 17: Effets techniques du travail du sol

TRAVAUX DU SOL		POROSITE ET ENRACINEMENT			STOCKAGE DE L'EAU	MATIERE ORGANIQUE	LUTTE CONTRE L'EROSION	
		Quantité globale	Qualité	Profondeur			Hydrique	Eolienne
Traditionnel	A	0	0	0	0	0	0	0
Traditionnel + désherbage fin de cycle	B	0*	0	0	xx	0	0	0
Mulch pailleux	C	0	0	0	xx	x*	xx*	xxx
Dents en sec	D	x	x	x	0	x	0	0
Pattes d'oies en humide	Début de cycle E1 Fin de cycle E2	xx	xx	x	0	x	x	0
Labour début de cycle	MO F1 0 F2	xxx	xxx	xxx	0	xx	xxx	0
Labour de fin de cycle	MO G1 0 G2	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Labour de fin de cycle retardé	MO H1 0 H2	xxx	xx	xxx*	xx*	xx	xx	xxx
Labour en sec	MO I1 0 I2	xxx	x	xx	0	xx	xx	xx

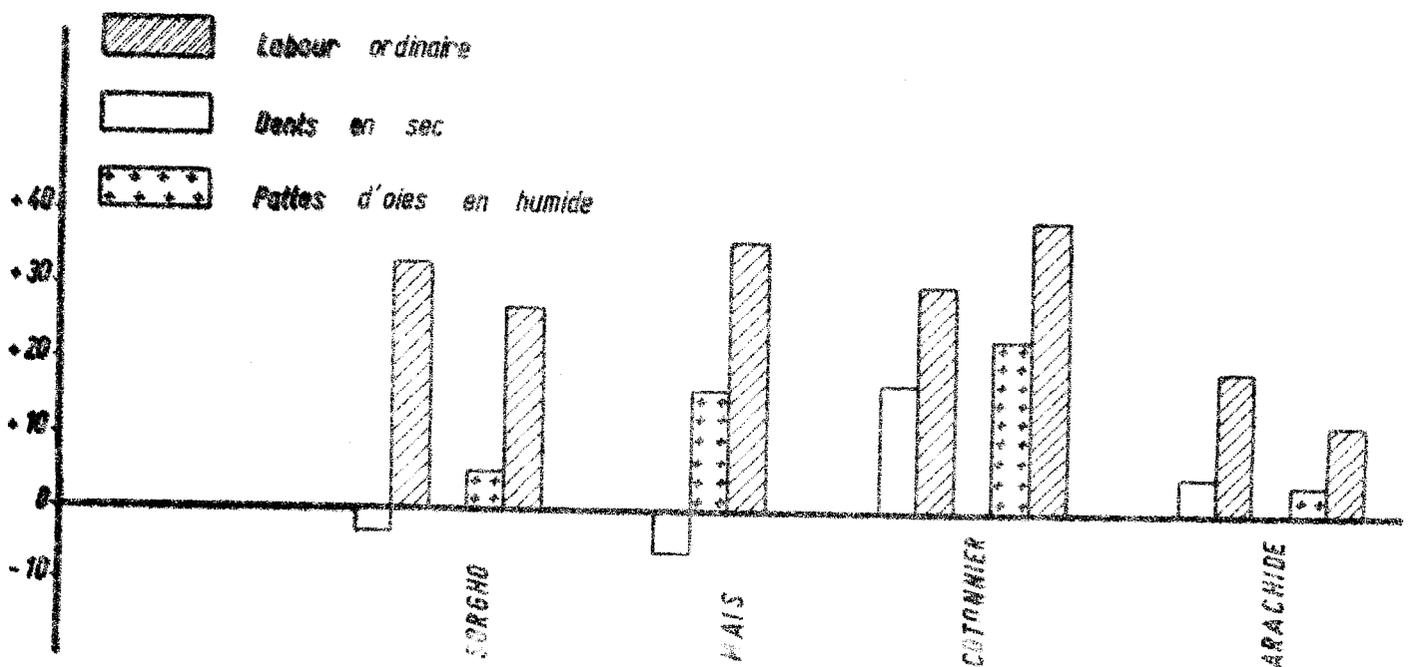
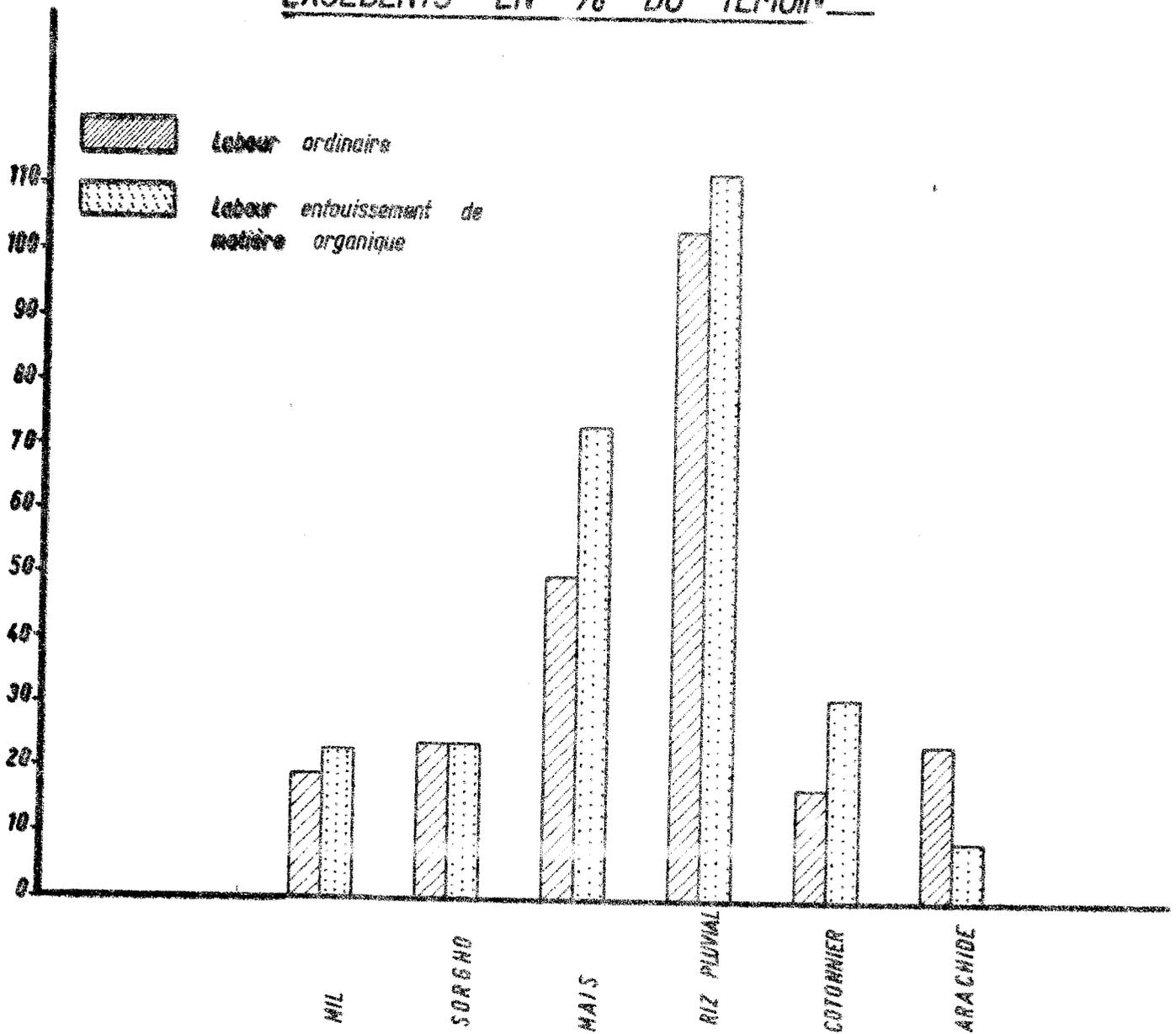
A. - &

Tableau 18 : Conséquences agronomiques du travail du sol

			SECURITE DU TRAVAIL	EFFETS RESIDUELS	LUTTE CON TRE LES ADVENTICES	ECONOMIE DES ELE6 MENTS MINERAUX
Traditionnel	A		0	0	0	0
Traditionnel + désher- bage fin de cycle	B	*	XX	0	X	0
Mulch pailleux	C	*	XX	0	XX	X
Dents en sec	D		0	0	0	0
Pattes d'oies en humide	Début de cycle E1		X	0	XX	0
	Fin de cycle E2	*	X	0	X	0
Labour de début de cycle	MO F1		XX	XX	XXX	XXX
	F2		XX	X	XXX	X
Labour de fin de cycle	MO G1		XXX	XXX	XXX	XXX
	G2		XXX	X	XXX	X
Labour de fin de cycle retardé	NO H1	*	XX	XX	XX	XXX
	H2	*	XX	X	XX	X
Labour en sec	MO I1		X	XX	X	XXX
	I2		X	X	X	X

EFFETS DES TRAVAUX DU SOL SUR LES RENDEMENTS

EXCEDENTS EN % DU TEMOIN



COMPARAISON DES TROIS TYPES DE LABOUR SANS

ENFOUISSEMENT SUR LE CRITERE DES RENDEMENTS OBTENUS

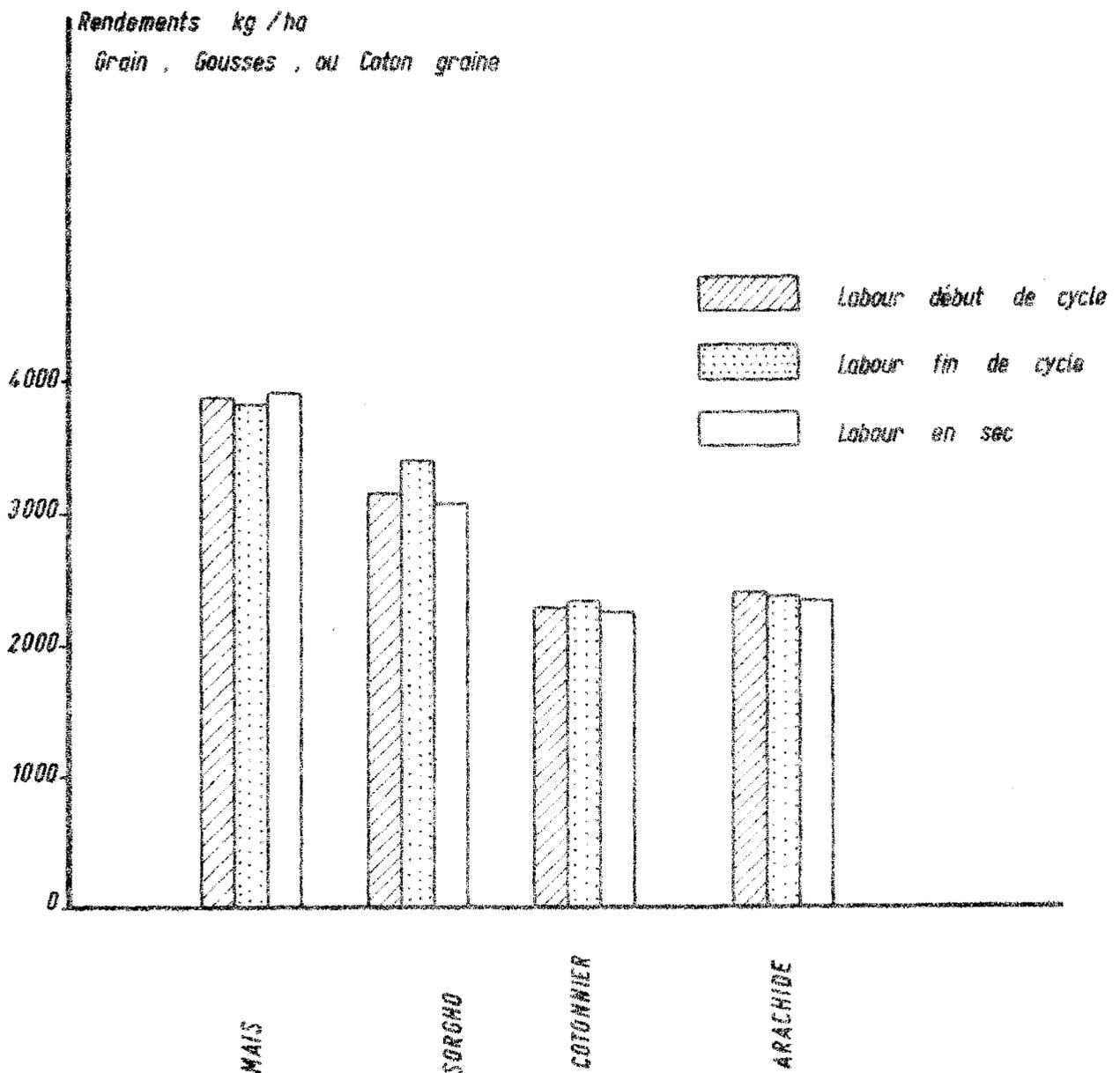


Tableau 19 : LES CONTRAINTES

		e m				
		CYCLE	EFFORT DE TRACTION	MAITRISE REALISA- TION	TRAVAIL	PROTEC- TION
Traditionnel	A	0	0	0	0	0
Traditionnel + désher- bage fin de cycle	B	XX	0	0	XX	0
Mulch pailleux	C	XX	0	0	X	XX
Dents en sec	D	0	XX	X	0	0
Pattes d'oisies en humide	Début de cycle E1	XX	Y	X	XX	0
	Fin de cycle E2	XXX	X	X	XX	XXX
Labour de début de cycle	MO FI	XXX	X	XXX	XXX	0
	F2	XXX	X	XX	XXX	0
Labour de fin de cycle	MO G1	XXX	XX	XXX	XXX	XXX
	G2	XXX	X	XX	XXX	XXX
Labour de fin de cycle retardé	MO H1	XX	XX *	XXX	XX	XXX
	H2	XX	XX *	XX	X	XXX
Labour en sec	MO I1	0	XXX	XXX	0	X
	I2	0	XXX	XX	0	X

53- Commentaires

Sans vouloir revenir sur le but que nous nous sommes assignés, c'est-à-dire de faciliter le choix des solutions sans nous prononcer nous-même, il nous a paru nécessaire d'ajouter quelques commentaires à ces tableaux.

1- Malgré le caractère en partie subjectif d'une telle démarche, nous avons essayé de faire preuve du maximum d'objectivité dans l'attribution des croix en nous basant sur la masse de résultats accumulés et sur notre expérience personnelle.

On pourrait être tenté de faire un bilan général en additionnant les croix attribuées à chaque traitement sur chaque tableau. En ajoutant effets techniques et conséquences agronomiques et en soustrayant les contraintes du total on pourrait envisager de faire une comparaison globale entre traitements.

Ce. serait une erreur pour diverses raisons:

- Les effets techniques sont liés entre eux (augmentation de porosité et stockage de l'eau par exemple).
- Il y a recoupement entre effets techniques et conséquences agronomiques (stockage de l'eau et sûreté du rendement).
- Chaque colonne devrait être affectée d'un coefficient en fonction de l'importance à lui accorder, ce coefficient sera très subjectif. Il dépendra de ce que l'on cherche et des conditions locales.
- S'il y a des interactions il faudrait pouvoir les composer suivant une autre loi que l'addition.
- De quelle manière pourrait-on faire entrer le critère du rendement qui est essentiel, alors que la gamme de jugement est aussi étroite ?

Cette démarche ne nous paraît donc pas souhaitable même si elle paraît simplifier le problème. L'étude détaillée des tableaux doit permettre de se faire une opinion objective en attribuant à chacun ce qui lui revient. Une grande confusion semble régner dans les esprits en particulier en ce qui concerne les qualités et les défauts de chaque type de labour. Nous pensons avoir clarifié les idées à ce sujet,, Il faut bien avoir à l'esprit qu'en choisissant une technique plutôt qu'une autre on se privera de certains avantages et on en connaîtra les limites.

2- Ceci permettra aussi, nous l'espérons, d'éviter de condamner une technique au non d'une mauvaise application. A-t-on le droit en effet d'écrire "le labour ne permet pas de dégager une plus value appréciable en conditions paysanne pour la plupart des cultures" ou bien "l'effet labour apparaît comme nul en moyenne" sans se poser la question de savoir pour quelles raisons 15 années de résultats dans toutes les conditions possibles ont donné des effets sur les rendements

allant de 10 à 100% et d'où vient cette différence ? De mauvaises conditions de réalisation, ou bien d'une mauvaise appréciation des effets de la technique ? A cet égard le test qui consiste à comparer un champ labouré à un autre situé à bonne distance, n'a aucune valeur réelle tant les conditions sont différentes. De la même manière lorsqu'on compare les rendements de 1 ha Babouré à 50 ha non travaillés, comme cela se fait fréquemment, peut-on espérer avoir une vue objective de la situation ? Mieux vaudrait dans un même champ alterner 3 ou 4 fois bandes labourées et bandes témoins et les récolter séparément, cela n'est pas plus compliqué et donne une saine vision des choses

3- Nous avons envisagé autre chose que le labour, ce que l'on appelle les techniques intermédiaires: mulch pailleux, travail aux pattes d'oies en fin de cycle, etc... Il en est certainement d'autres, mais il faut bien avoir à l'esprit qu'aucune ne peut apporter les bouleversements profonds et les changements de structure capables de faire évoluer les propriétés physiques et donc la fertilité du sol dans un sens favorable.

C'est aussi le cas de la culture relai qui rend impossible tout report des réserves hydriques d'une année sur l'autre. Il est certain que le paysan qui récolte 400 kg/ha de mil, voit sa production vivrière pratiquement doublée s'il recueille 200 à 400 kg/ha de niébé semé en dérobé. Cela ne serait pas le cas s'il était assuré de récolter 1500 kg/ha de mil tous les ans, ce qui est possible en utilisant les techniques adéquates. Dans ces conditions une culture relai, présente-t-elle le même intérêt de sauvegarde annuelle ? Quelles sont les potentialités réelles de production avec 150 mm de réserves hydriques ? Le bilan serait-il favorable à long terme ?

Les tableaux font apparaître (grâce aux astérisques) les insuffisances de nos connaissances en certains domaines. Il ne manque donc pas de thèmes à étudier si la recherche veut répondre aux questions du développement.

4- La prise en masse à la dessiccation joue un grand rôle dans les possibilités de réalisation des différents travaux du sol. A cet égard il ne faut pas se leurrer le labour en sec n'est pas la panacée. S'il est possible dans le Nord, il est pour l'instant totalement exclus en Casamance, sauf rares exceptions, même avec l'aide du tracteur. Et même dans ce cas les énormes blocs qui sont dégagés, doivent être repris plusieurs fois pour parvenir à un affinement correct. Heureusement que dans cette zone les labours en humides sont possibles dans la plupart des cas.

Il n'en reste pas moins qu'il est indispensable de diminuer la cohésion du sol si l'on veut permettre une extension des travaux en sec. La recherche s'y attache mais le problème est complexe.

Il faut en attendant, profiter au maximum des effets résiduels qui existent, en tirer la leçon sur le plan de la périodicité nécessaire des enfouissements.

Cela revient à rappeler ici que l'insertion du labour dans l'exploitation doit se faire en raisonnant sur l'ensemble du système cultural et non pour une culture donnée. Certains échecs peuvent venir de ce que l'on a voulu aller trop vite, trop loin. On peut citer un exemple la vulgarisation des labours de début de cycle avant sorgho et cotonnier qui a amené des semis de fin de Juillet. Encore s'agissait-il en plus de caricatures de labour.

5- Le problème de la matière organique doit être examiné dans son ensemble, c'est-à-dire dans le cadre du système cultural et de l'intégration du troupeau dans l'exploitation. Il est étroitement lié en effet à celui de la nourriture du bétail.

Compte tenu des problèmes d'affouragement et de la difficulté à faire passer l'enfouissement des pailles, on reparle beaucoup de la fabrication du fumier et du compost. Or il n'est pas si simple de les réussir l'un et l'autre. Cela demande une certaine technicité et les choses n'en sont pas simplifiées pour autant. Il y a un simple déplacement du problème: ce n'est plus la contrainte de travail qui est la plus importante mais celle de la maîtrise technique.

Il faut bien aussi se rendre compte des limites du "mulch pailleux" dont on parle beaucoup.

Il consiste en fait à ordonner et à régler ce que fait traditionnellement le paysan en couchant ses tiges de mil à la récolte. D'abord toutes les cultures ne laissent ^{pas} de résidus en quantité suffisamment importante pour assurer un mulch satisfaisant. C'est en particulier le cas de l'arachide. Il impose ensuite un choix: nourriture du bétail, fumier, ou mulch? A cet égard le labour de fin de cycle retardé nous paraît un compromis intéressant, qui utilise les avantages du mulch, de l'utilisation de la paille et du labour.

6 - EN GUISE DE CONCLUSION

Bous n'avons pas choisi, il ne peut donc pas y avoir de véritable conclusion.

L'éventail des techniques est assez large pour permettre ce choix raisonné dont nous parlions au début. Il doit se faire en fonction du contexte socio-économique et après en avoir ~~posé~~ toutes les implications.

Ce dossier préparé en toute objectivité devrait aider à résoudre le problème du passage progressif des techniques intensives dans l'exploitation. Mais deux conditions nous paraissent indispensables :

- Croire en ces techniques, c'est affaire d'information objective
- Avoir à l'esprit qu'elles sont contraignantes; mais n'est-ce pas la condition du progrès ?

Il faut ~~peut-être~~ changer un mode de pensée, un mode de vie. C'est là un choix pour le Sénégal.

Il ne nous appartient pas non plus ,

Bambey, le 23 Mars 1977.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- 1- BUI HUU TRI
Dynamique de la granulation sous prairie
Thèse de Docteur es-Science
Annales Agronomiques 1973
- 2- FAYE J.
Problématique d'un thème agricole: Labour de fin de cycle avec enfouissement de pailles
Séminaire sur les technologies combinées dans l'écosystème sahélien.
Dakar 4- 14 Janvier 1977
- 3- HENIN (S.), GRAS (R.), MONNIER (G.)
Le Profil cultural: l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques
Masson et Cie édit.
- 4- I.S.R.B. CNRA BAMBEY
Compte rendu de la réunion sur les systèmes de cultures adaptés aux régions de Thiès-Louga-Diourbel
C.R. Dactylographié.
- 5- I.S.R.A. RECHERCHES COTONNIERES
Rapport sur le début de la campagne de recherches cotonnières 1976 (Juin-Août 76)
Doc. multig.
- 6- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'HYDRAULIQUE DU SENEGAL- DGPA
Contribution à l'examen du Thème "Labour"
Rapport multig. Janvier 1977.

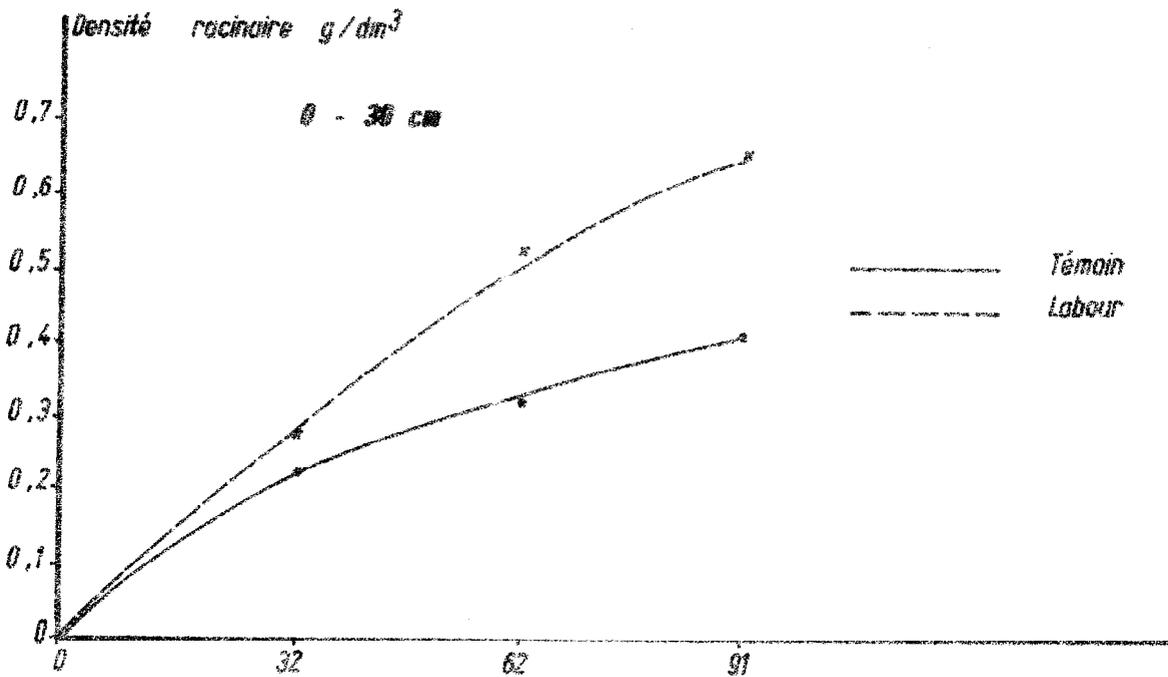
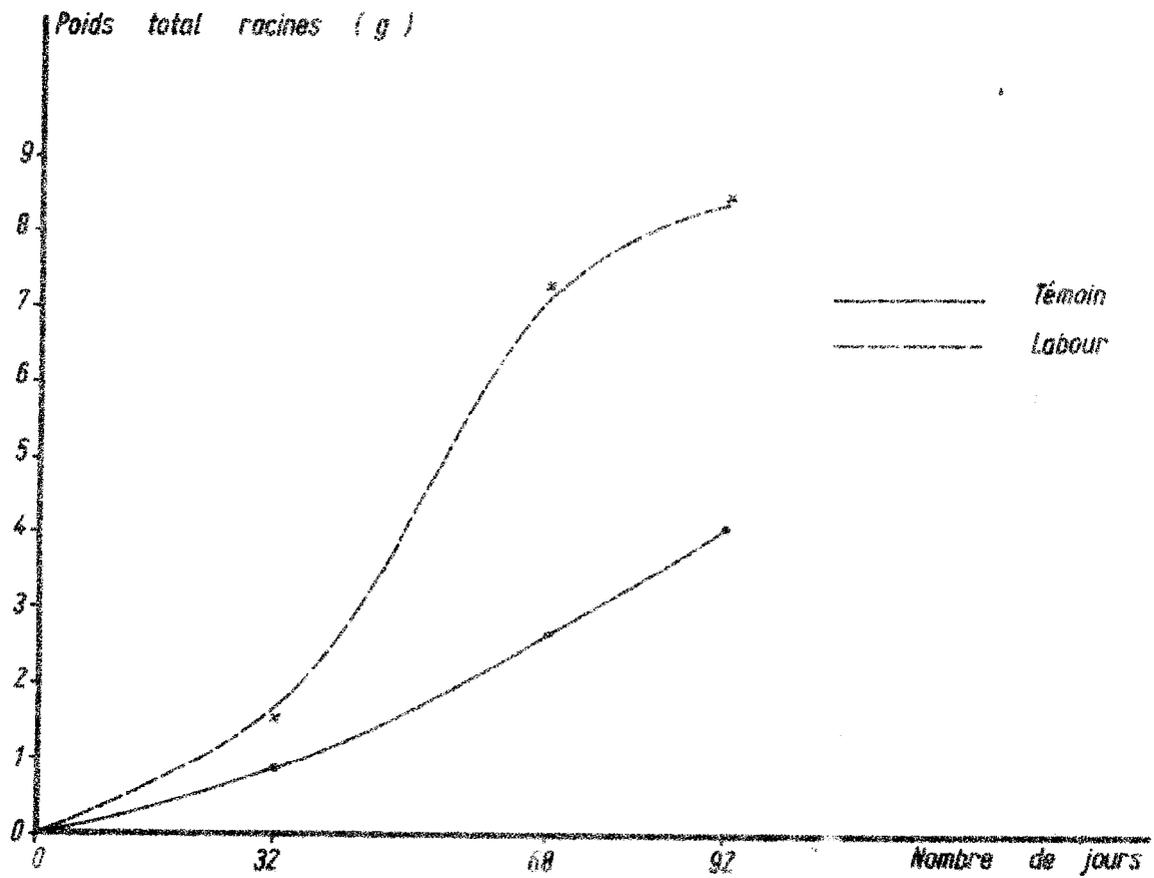
A N N E X E S

Tableau 25 : Effet direct du labour sur le système racinaire des principales plantes cultivées au Sénégal

CULTURE	Localisation géographique	Nombre de résultats	Profondeur en cm	Densité racinaire g/dm ³		Plus valeur labour en %	Répartition des racines en % de		
				Témoin	Labour		A	Labour	
M I L	Séfa	6	Bambe	0-10	0,764	0,792	+ 4	75	69
				10-20	0,187	0,277	+ 48	18	24
				20-30	0,065	0,072	+ 11	7	7
				0-30	0,339 0,380		+ 12	100	100
				10-30	0,125	0,175	+ 39	25	31
SORGHO	Nioro-du-Rip Sinthiou-	8		0-10	1,505	1,652	+ 10	76	75
				10-20	0,337	0,429	+ 27	17	19
				20-30	0,135	0,132	0	7	6
				0-30	0,659	0,738	+ 12	100	100
MAIS	Sinthiou-malème Séfa	10		0-10	0,984	1,176	+ 20	65	59
				10-20	0,377	0,615	+ 63	25	31
				20-30	0,151	0,187	+ 24	10	10
				0-30	0,504	0,659	+ 31	100	100
				10-30	0,264	0,401	+ 52	35	41
RIZ PLUVIAL	Sinthiou-Malème Séfa Néma	16		0-10	0,865	1,257	+ 45	75	64
				10-20	0,228	0,507	+122	20	26
				20-30	0,068	0,192	-182	5	10
				0-30	0,387	0,652	d-68	100	100
				10-30	0,148	0,350	+137	25	36
ARACHIDE	Thiënaba Thilmakha Bambey	6		0-15	0,287	0,318	+ 11	-	-

INFLUENCE DU LABOUR SUR LE POIDS DE RACINES DU

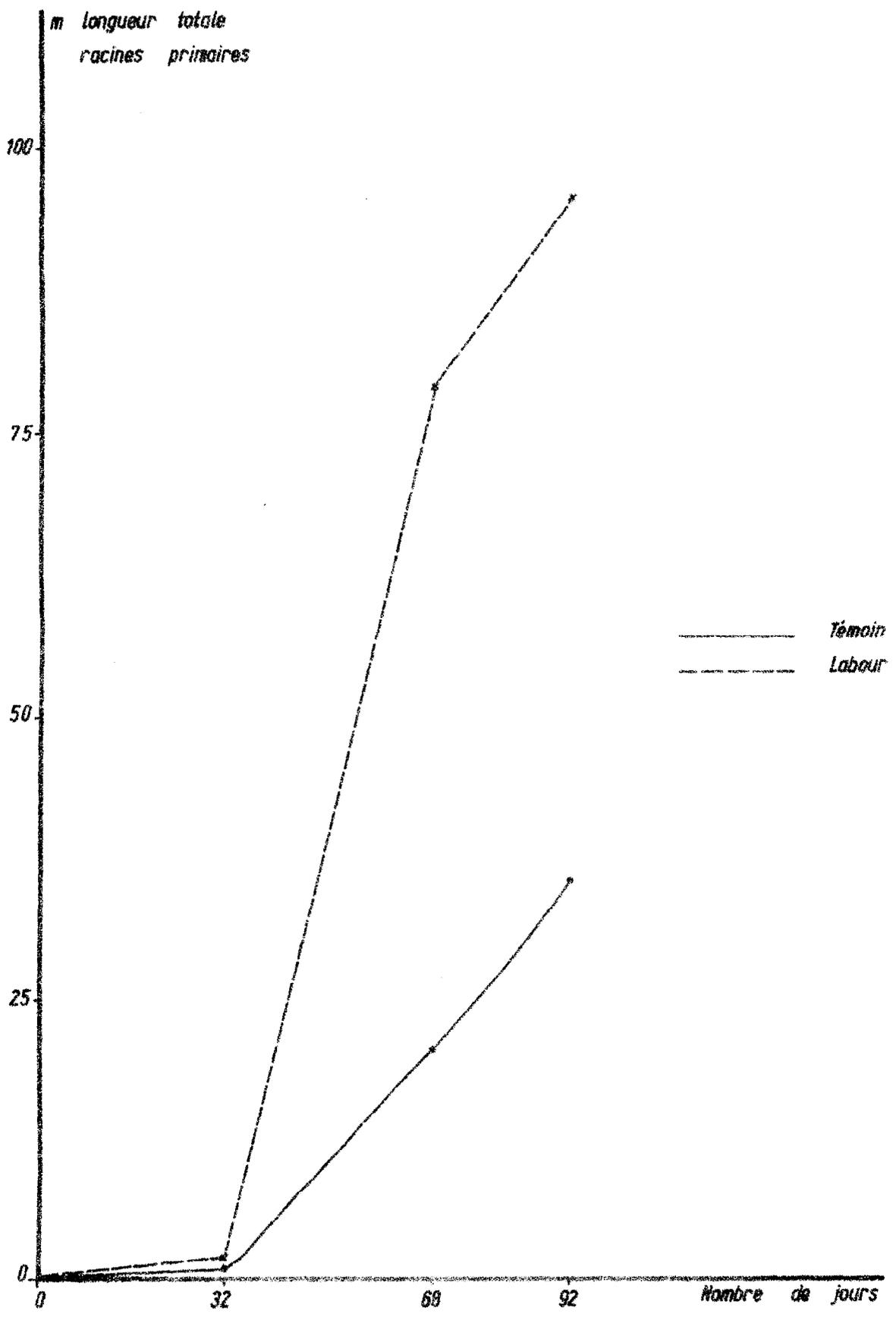
RIZ PLUVIAL



INFLUENCE DU LABOUR SUR LA DENSITE RACINAIRE

DU RIZ PLUVIAL

INFLUENCE DU LABOUR SUR LA LONGUEUR TOTALE DES RACINES PRIMAIRES



EXPLOITATION DES RESERVES HYDRIQUES PAR LES RACINES

Tableau 26: Différence de stocks d'eau utile entre labour et témoin au cours d'une culture de mil

Horizon en cm	1970	1973
	Différence stock Témoin-Labour	Différence stock Témoin-Labour
0-50	- 1,5	+ 1,8
50-100	+ 9,1	+ 6,5
100-150	+ 9,2	+ 11,1
150-200	+ 17,5	+ 18,4
0-200	+ 34,3	+ 37,8

Tableau 27 : Différences de stock d'eau du sol entre traitements avec et sans labour sous riz pluvial

S E F A 1 9 6 8				S E F A 1 9 6 9		S E F A 1 9 7 0	
Sol Beige		Sole rouge		Sol beige		Sol rouge	
Horizon cm	Différence Stock eau mm	Horizon cm	Différence Stock eau mm	Horizon cm	Différence stock eau mm	Horizon cm	Différence stock eau mm
0-30	+ 6,5	0-30	+ 4,0	0-40	- 17,0	0-80	+ 28
30-50	+ 10,3	30-50	+ 5,5	40-80	+ 14,9	80-200	+ 5,8
50-100	+ 15,2	50-100	+ 26,8	80-200	+ 17,0		
0-100	+ 32,0	0-100	+ 36,3	0-200	+ 14,9	0-200	+ 33,8