CC/BN

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT DE RECHERCHES
AGRONOMIQUES TROPICALES ET DES CULTURES
VIVRIERES

L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-africaine et ses incidences agronomiques

(d'après les travaux des chercheurs de l'IRAT en Afrique de l'Ouest)

Tome IV

Août 1970

C. CHARREAU
R. NICOU

CHAPITRE IV

LES EFFETS DE L'INTERVENTION HUMAINE SUR LE PROFIL CULTURAL ET LES RENDEMENTS AGRICOLES : LE TRAVAIL DU SOL AVEC OU SANS ENFOUISSEMENT DE MATIERE VEGETALE

-o-o-o-o-o-

Comme on le voit, le facteur profondeur n'est pas seul en cause; pour travailler le sol en sec à la profondeur voulue, des opérations complexes ont été nécessaires pour réduire les énormes blocs de terre disloqués par le sous-solage. Les traitements P2 et P3 diffèrent non seulement par la profondeur de travail mais aussi par les modalités d'exécution de ce travail (1).

Par ailleurs, les profondeurs choisies sont très grandes et ne correspondent pas à la pratique courante.

Les essais ont été cultivés en mil en 1966 et en sorgho en 1967. Les rendements sur les traitements P1, P2 et P3 ont été calculés pour la moyenne des trois doses d'azote. Ils figurent dans le tableau ci-dessous .

Tableau n° IV-36

Influence de la profondeur de travail sur les rendements du mil et du sorgho à Banbey - D'après POULAIN et TOURTE (85)

Traitements "Profondeur"	Mil 1966 (kg/ha)		Sorgho 1967 (kg/ha)	
	Sol Dior	Sol Dek	Sol Dior	Sol Dek
P 1	1200	1794	421	2615
P 2	1481	2160	780	2727
P 3	1492	1900	1513	2828

Les traitements P2 et P3 se différencient peu entre eux sauf en ce qui concerne le sorgho en sol Dior.

Compte tenu des réserves formulées plus haut, on ne saurait généraliser ces résultats et les tenir pour caractéristiques des essais de profondeur de travail.

Plus caractéristiques à cet égard sont des essais de techniques culturales réalisés en Haute-Volta.

Le premier essai a été implanté en 1955 à Saria, sur sol ferrugineux tropical lessivé à caractères d'hydromorphie en profondeur, formé sur colluvions dérivées de granodiorites.

(1) Cette remarque vaut d'ailleurs pour tous les essais de profondeurs de labours; on ne modifie pas seulement le facteur profondeur mais, obligatoirement, d'autres caractéristiques (largeur attaquée notamment).

Il comporte six traitements qui sont indiqués dans le tableau ci-dessous ainsi que les résultats correspondants, obtenus sur sorgho en présence d'une fertilisation légère.

Tableau n° IV-37

Influence de la profondeur de labour sur les rendements du sorgho en Haute Volta (35)

Traitements	Profond. de travail	Rendts sorgho kg/ha	
Caractéristiques		Grains	Pailles
Labour tracteur fin d'hivernage	21	2319	8786
" " début "	21	2491	9384
" boeufs " "	15	2364	8243
" ânes " "	9	2129	7953
Scarifiage houe Manga	superficiel	2130	6286
Préparation traditionnelle daba	"	1764	6014

On note une décroissance assez régulière des rendements allant de pair avec une diminution de la profondeur de travail. L'analyse statistique sur les rendements en grains met en évidence, par les décompositions orthogonales, une supériorité des labours au tracteur sur les autres traitements, ainsi qu'une infériorité du travail à la daba sur tous les autres traitements.

En 1966 un essai (1) a comparé à un témoin travaillé à la daba 3 profondeurs de labours :

- Labour à l'âne : 7 cm
- Labour aux boeufs : 12 cm
- Labour au tracteur : 20 cm.

L'effet, sur les rendements du sorgho, du labour à 7 cm est très faible et non significatif. Les labours à 12 et 20 cm ont, par contre, des effets sensibles et procurent des augmentations de rendements de 30 à 40% par rapport aux témoins; l'action du labour à 20 cm est légèrement supérieure. D'autre part, le salissement des parcelles est moindre par la suite.

(1) sur lequel nous ne possédons pas de renseignements détaillés.

Un autre essai de ce type a été mis en place à Saria en 1967 sur sol gravillonnaire; il a malheureusement été attaqué par le striga et on ne peut en tirer de conclusion valable.

Enfin un essai implanté à Farako Ba sur sol ferrallitique moyennement désaturé sur grès cambriens a testé, en 1967, l'effet de façons culturales sur sorgho après une culture à cycle long (Cotonnier), ne permettant pas de labour de fin d'hivernage. En 1966, l'effet positif du labour sur cotonnier avait été mis en évidence. (1). Parmi les traitements figuraient des labours réalisés soit aux boeufs, soit au tracteur, à des profondeurs différentes (2). L'ensemble des traitements et des rendements leur correpondant pour le sorgho en 1967 figure dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-38

Influence de la profondeur de labour et diverses modalités de travail du sol sur les rendements de sorgho en Hte-Volta
(30)

Traitement de préparation du sol			Rendements grains sorgho 1967 - kg/ha
Fin hivernage 1965	Début hivernage 1966	Début hivernage 1967	
Labour tracteur	Scarifiage	Lab. tract. + Scarifiage	1375
Labour tracteur	Scarifiage	Scarifiage	1305
Labour tracteur	Pulvérisage	Pulvérisage	1288
Labour boeufs	Scarifiage	Lab. boeufs + Scarifiage	1156
Labour boeufs	Scarifiage	Scarifiage	1034
Néant	Daba	Daba	1010

L'analyse statistique fait ressortir outre un effet global du labour et un effet cumulatif du labour, un effet positif de la profondeur de labour.

(1) Nous ne possédons pas d'autres renseignements sur cette culture.
(2) Non précisées.

Outre ces résultats d'essais l'observation des résultats obtenus en grande culture plaide également en faveur de la profondeur du labour. C'est ainsi qu'à la station de Séfa, en Casamance, les améliorations notables constatées depuis 1963, tant en ce qui concerne la structure des sols que les rendements agricoles, paraissent largement imputables à une modification radicale dans les techniques culturales intervenue à cette époque et impliquant, notamment le remplacement des labours, ou plutôt des pseudo-labours superficiels (10cm) à la déchaumeuse, par de véritables labours aux disques ou au soc à une profondeur de 25 à 35 cm. Il faut également y ajouter une plus grande précocité dans les dates de semis.

Ajoutons pour terminer que l'attitude de défense de certains agronomes vis à vis du travail du sol en zone tropicale sèche paraît pouvoir s'expliquer en grande partie par une certaine confusion qui a manifestement été faite entre les notions de profondeur de travail et d'intensité de travail. Or, sans aller jusqu'à dire que ces notions sont contradictoires, on peut cependant reconnaître qu'elles sont largement indépendantes : on peut en travaillant à 30 ou 40 cm de profondeur, faire un labour motteux, n'émiettant pas le sol et, au contraire, en opérant sur 2 cm détruire complètement la structure, pulvériser le sol et le réduire en poudre (cas du rotavator travaillant à grande vitesse ou de certains pulvérisages trop poussés). L'intensité de travail du sol, dans les sols tropicaux sableux, est à proscrire absolument : détruisant la structure, déjà peu développée de ces sols, elle ouvre la voie à la dégradation du profil cultural et développement de l'érosion. La profondeur de travail du sol est au contraire à rechercher dans toute la mesure du possible. Il est certain, qu'à ce point de vue, la traction motorisée est nettement plus avantageuse que la traction bovine. Il est difficile, en effet, avec des animaux de format médiocre, de labourer à plus de 15-20 cm en sol sableux et 10-15 cm en sol sablo-argileux, même lorsque le sol est humide. Il faudrait pouvoir atteindre 25 cm, qui paraît être la profondeur optimum dans la plupart des cas. Celà n'est possible, en traction bovine, qu'en attelant deux paires de boeufs et avec d'autres charrues.

351 4 Humidité du sol

Pour les labours ordinaires, la première question qui se pose, à ce sujet, est de savoir si l'on doit opérer en sec ou en humide. Il n'est pas douteux que la qualité du travail sera meilleure si l'on opère en humide, à un taux d'humidité du sol convenable.

Le labour en sec dans les terrains sablo-argileux aboutit en effet à la formation de très grosses mottes noyées dans un matériel plus ou moins pulvérulent. D'autre part il exige une force de traction très élevée; en culture attelée bovine, il ne peut être envisagé que sur les terrains les plus sableux ou qui ont été déjà travaillés.

Pour l'arachide c'est même la seule possibilité en dehors du cas, -assez rare au Sénégal,- de pluies précoces permettant d'effectuer le labour avant que le cycle des pluies se soit réellement installé.

Les données du tableau n° IV-40 concernant les résultats obtenus au Sénégal sont reprises sous forme graphique (IV-9).

En Haute-Volta, trois essais installés à Saria sur différents sols permettent de comparer les effets des labours de fin de cycle et de début d'hivernage sur les rendements du sorgho (33). De ces essais sont extraits les résultats figurant dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-41

Comparaison des effets des labours de fin et de début d'hivernage sur les rendements du sorgho à Saria (Haute-Volta) en kg/ha de grain (33)

Préparation du sol \ Années	1964	1965	1967
Préparation superficielle à la daba	1143	1764	843
Labour de fin d'hivernage	1598	2398	1298
Labour de début d'hivernage	1305	2491	938

Les deux modalités de labours manifestent leur supériorité par rapport au témoin non travaillé. Dans deux cas sur trois le labour de fin d'hivernage se trouve supérieur au labour de début d'hivernage. La différence est statistiquement significative en 1964.

Au Niger, également, on a comparé des dates de réalisation des labours de préparation (65). L'essai implanté en 1967 à Tarna, en sol dunaire, combinait factoriellement trois objets :

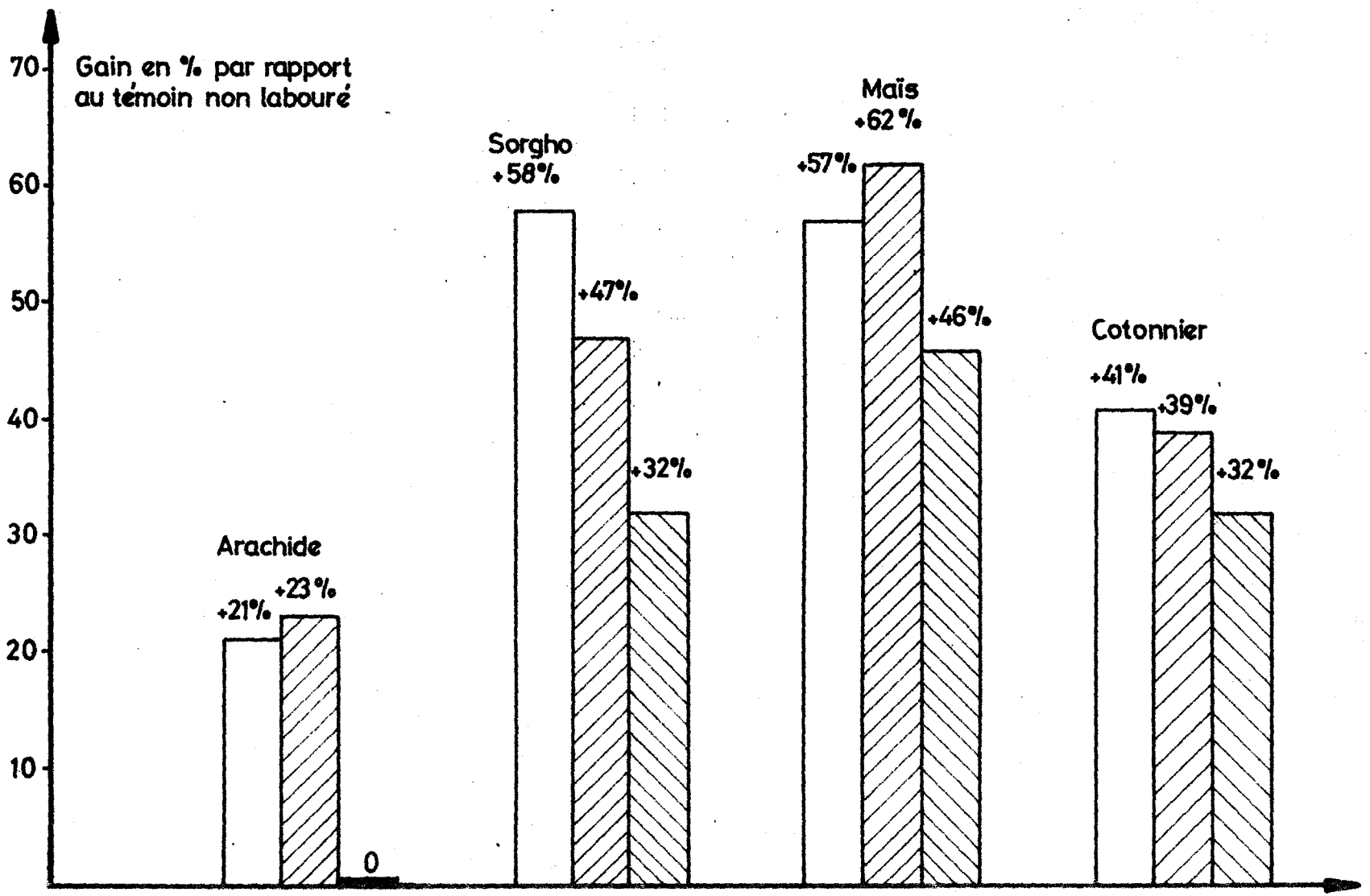
- Labour de fin d'hivernage
- Labour de début d'hivernage
- Fumure minérale faible de type économique.

chacun, à deux niveaux : absence et présence.

GRAPHIQUE IV - 9

Influences conjuguées de l'époque de réalisation des labours de préparation et des dates de semis sur les rendements des cultures

Moyenne Générale des résultats obtenus au Sénégal depuis 1964



On a retenu seulement ici les effets des labours en présence de fumure minérale, soit 4 traitements. Les résultats, concernant les rendements en gousses et en fanes d'arachides figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-42

Comparaison des effets simples et combinés des labours de fin et de début d'hivernage sur la production de l'arachide à Tarna, Niger (65)

Préparation du sol	Gousses kg/ha	Fanes kg/ha
Superficielles	1688	3423
Labour de fin d'hivernage	1804	3431
Labour de début d'hivernage	1724	3280
Combinaison des deux labours	1780	3224

L'action des labours est ici assez faible. On note une légère supériorité du labour de fin d'hivernage.

Le principal intérêt du labour de fin de cycle réside dans le fait qu'il autorise dans tous les cas, en milieu paysan, la précocité des semis.

En dehors de cet avantage pratique important, le labour de fin de cycle présente, par rapport au labour de début d'hivernage quelques particularités qui peuvent expliquer que, dans certains cas, il ait un effet plus important sur les rendements des cultures. Ces particularités sont les suivantes :

- Conservation de l'humidité dans le sol par création d'un mulch superficiel, freinant ou arrêtant l'évaporation.

- Meilleure infiltration des premières pluies et moindres pertes d'eau par rapport au labour de début d'hivernage.

- Développement de la stabilité structurale au cours de la saison sèche.

Les deux premières raisons correspondent à des faits d'observation courante. Leur incidence agronomique peut être importante lorsque le début de saison est caractérisée par des pluies irrégulières, - ce qui est fréquent en zone tropicale sèche,- et lorsque les sols sont peu perméables ou situés sur une pente plus ou moins accentuée : elle se traduit alors, pour la plante, par de meilleures possibilités d'alimentation en eau.

Concernant la stabilité structurale, on a mentionné plus haut (III, 321 11) les résultats trouvés à Madagascar sur la diminution de l'indice d'instabilité structurale au cours de la saison sèche, après réalisation des labours de fin de cycle.

Pour terminer on notera que la combinaison des labours de fin de cycle et des semis précoces a une incidence importante sur le ruissellement et l'érosion. Cette combinaison a été testée à Séfa en parcelles d'érosion par rapport à un système cultural témoin caractérisé par un travail du sol superficiel (déchaumeuse et pulvériseurs à disques) réalisé en début d'hivernage et entraînant un certain retard de semis. Ainsi que le rapporte CHARREAU (15), le nouveau système (labours de fin de cycle) diminue sensiblement le ruissellement et l'érosion : respectivement de 35 et 63 % en moyenne sur 3 ans. Ceci traduit une nette amélioration de l'adaptation des techniques culturales au milieu pédoclimatique. Les rendements augmentent en conséquence.

351 52 Cas des labours d'enfouissement

Il convient de distinguer ici les labours d'enfouissement de pailles de ceux d'enfouissement de matière verte (engrais vert ou jachère).

Pour les premiers, la date de réalisation des labours est fixée à quelques jours près et se situe obligatoirement entre la date de récolte et celle de la fin de la saison des pluies, cette dernière date correspondant à une conservation des réserves hydriques des horizons superficiels du sol encore suffisante pour que le labour puisse être exécuté dans de bonnes conditions. Comme on l'a vu, cet intervalle est assez court et ne dépasse pas deux à trois semaines pour les diverses céréales à court cycle; il est parfois nettement moindre (cas du mil hâtif dans les zones Nord et Centre Sénégal).

Par contre les labours d'enfouissement de matière verte peuvent être effectués à une époque très variable de la saison des pluies. C'est donc pour ce type de labour que se posent les problèmes de dates de réalisation.

Au début de l'utilisation de la technique d'engrais vert, l'opinion des agronomes était généralement en faveur d'un enfouissement précoce, vers la mi-Août. Cette opinion était fondée par le souci d'assurer à la matière végétale enfouie une bonne décomposition et l'on estimait nécessaire pour cela que le sol reçût une certaine quantité d'eau après l'enfouissement. A cette époque on accordait un rôle essentiel, dans l'effet améliorateur de l'engrais vert, à l'accroissement supposé des taux de matière organique et d'humus du sol. Il était donc logique que l'on se préoccupât tout particulièrement des conditions de décomposition et d'humification de la matière végétale enfouie.

Depuis lors on a pu s'apercevoir que dans la technique fumure verte, des mécanismes d'action autres que l'amélioration du bilan humique entraient en jeu et que, parmi ceux-ci la modification de la structure du sol jouait un rôle essentiel. Par ailleurs, diverses études montrèrent que la décomposition de la matière végétale n'exigeait pas de grandes quantités de pluies après enfouissement pour s'effectuer correctement.

VIDAL (100) réalise le 18 Septembre 1959 des enfouissements de mil et de jachère dont les rapports C/N sont respectivement de 45 et 64. Au moment de l'enfouissement l'humidité du sol est au voisinage de la capacité de rétention. Le 30 Mars 1960, il ouvre le sillon d'enfouissement, observe que les différents organes végétaux sont encore identifiables mais présentent des signes évidents d'altération. Les C/N sont tombés à 25 pour le mil et 31 pour la végétation naturelle. DOMMERGUES, qui a procédé à l'analyse microbienne des échantillons prélevés, souligne l'abondance des germes cellulolytiques et de la microflore totale. Or la pluviométrie entre le 18 Septembre et le 30 Mars a été seulement de 30 mm. Ceci prouve bien que les phénomènes biologiques ne sont pas stoppés en cours de saison sèche malgré la faible humidité des horizons superficiels. DOMMERGUES attribue un rôle primordial aux champignons, dans la dégradation de la matière végétale, lorsque l'humidité de l'horizon d'enfouissement se situe à un pF supérieur à 4,2.

BONFILS (10) a étudié, en bacs de végétation, la décomposition de feuilles et tiges de mil et plantes de jachère dans deux sols différents. Pour les plantes de jachère, il comparait à un témoin recevant seulement la pluie, un traitement comportant un apport supplémentaire d'eau en début de saison sèche (Novembre-Décembre). L'expérience a débuté le 18 Septembre 1960 (enfouissement de la matière verte placée par lots de 200 g dans des sacs de treillis de nylon, sous 5 cm de terre). La pluviométrie après l'enfouissement a été de 180 mm. L'apport d'eau supplémentaire a été de 50 mm. En fin de saison sèche (2 Juin 1961) la proportion de matière végétale décomposée était la suivante :

	Sol Dior	Sol Dek
Témoin	72 %	78 %
Apport d'eau supplémentaire	78 %	78 %

Les apports d'eau supplémentaires n'ont donc pas eu d'influence nette, sauf peut-être sur sol Dior en deuxième année.

Les observations ont été faites en Mars 1964, soit 6 mois environ après réalisation des labours, au coeur de la saison sèche. Elles étaient accompagnées de mesures de pénétrométrie et de relevés de profils hydriques (graphiques n° IV-10 et IV-11). Les labours ont été réalisés à la charrue à disques.

L'examen des profils culturaux permet de noter :

- une microérosion en surface d'autant plus développée que le labour est plus précoce; il y a ségrégation de particules et de sables, développement d'une structure lamellaire dans le premier centimètre, colmatage des interstices créés par le labour. Les traces de battance sont faibles sur le labour du 30 Septembre;

- une reprise en masse du profil d'autant plus marquée que le labour est plus précoce. Sur le profil du labour du 1er Septembre, il n'y a pratiquement plus trace de la structure créée par le labour d'enfouissement; au contraire pour le labour d'enfouissement du 30 Septembre, on retrouve des mottes, parcourues de nombreuses galeries d'animaux, ainsi que des éléments polyédriques soufflés;

- une décomposition de la matière végétale enfouie, satisfaisante dans tous les cas;

- une conservation de l'humidité en profondeur d'autant meilleure que le labour est réalisé plus tardivement.

La comparaison des labours du 30 Septembre avec et sans enfouissement montre en outre, qu'en l'absence de matière verte incorporée au sol, il ne se développe pas de microporosité tubulaire caractéristique de l'activité de la mésofaune.

Les courbes de pénétrométrie (graphique n° IV-10) traduisent bien la reprise en masse du sol sur les labours ayant reçu de fortes quantités de pluies. Le travail nécessaire à la pénétration est d'autant plus grand pour une profondeur donnée, que le labour a été réalisé plus précocement. Les forces de résistance à la pénétration sur les 20 cm sont présentées dans le tableau ci-dessous. Les coefficients de cohésion ont été calculés en prenant pour base 100 le labour d'enfouissement du 1er Septembre.

Le graphique n° IV-11 met en évidence la discontinuité créée, dans les profils hydriques, par le fond du labour, ainsi que la meilleure conservation d'humidité sous les labours les plus tardifs.

Tableau n° IV-43

Forces de résistance à la pénétration sur 20 cm pour les labours exécutés à différentes dates

Numéro du traitement	Type de labour	Date de réalisation	Pluies après labour mm	Forces de résistance à la pénétration sur 20 cm	
				kg	Coef. de cohésion %
1	Enfouissement	1er Septembre	175	320	100
2	Enfouissement	15 "	100	96	18
3	Enfouissement	30 "	88	26	5
4	Ordinaire	30 "	87	87	17

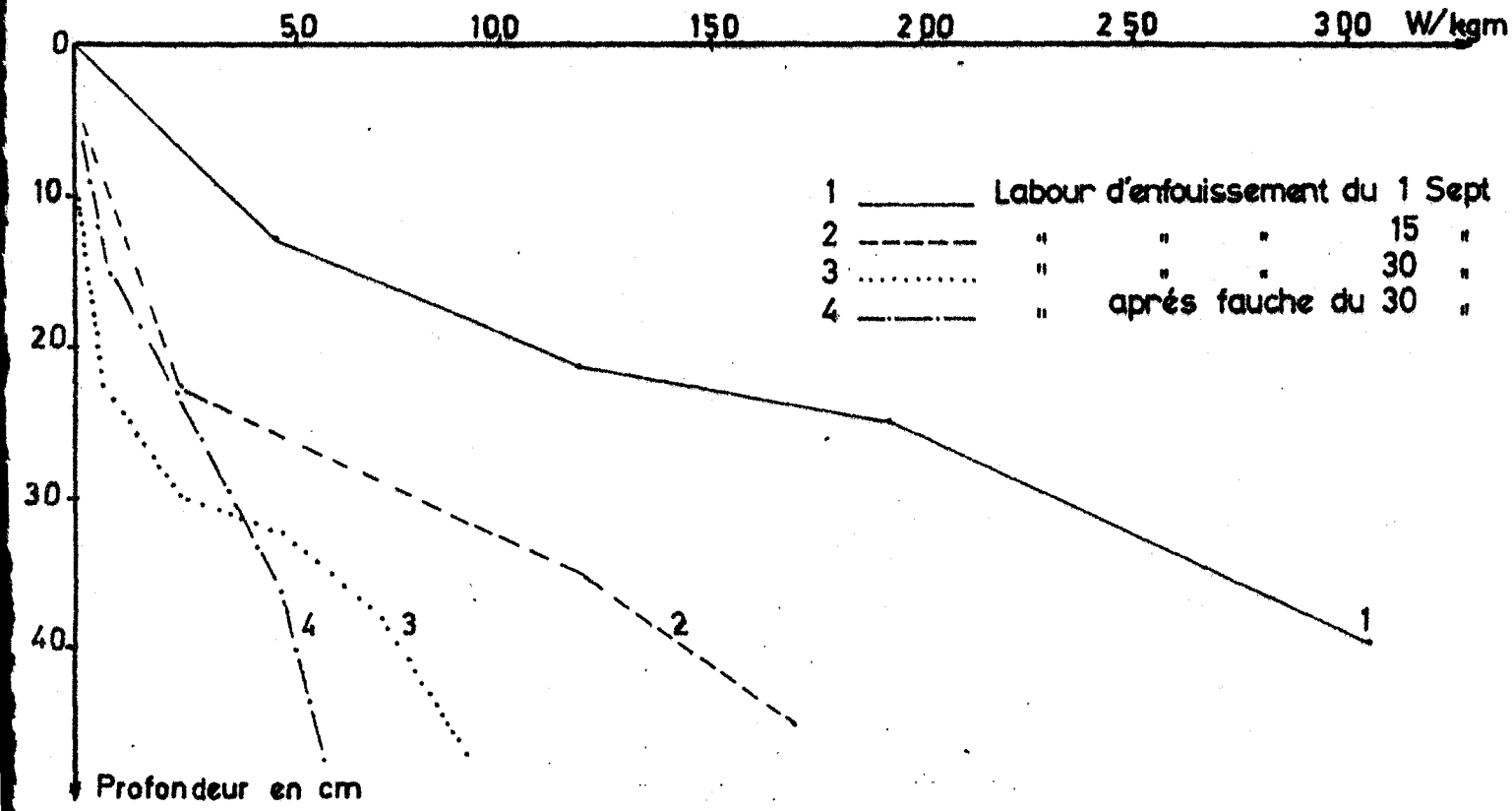
Cet ensemble d'observations et de mesures montre bien le danger qu'il y a, pour le sol, à effectuer des enfouissements très précoces. Ceci est à rapprocher des observations faites par FAUCK et COINTEPAS en Casamance et reprises par ROOSE (89) sur le danger érosif de l'engrais vert; l'érosion mesurée en parcelles expérimentales, est en effet de 7,82 t/ha en moyenne sur 10 ans sous l'engrais vert alors qu'elle est deulement de 4,88 t/ha sous jachère; les maxima observés au cours de cette période (1954-1963) sont de 10,14 t/ha pour la jachère et 22,71 t/ha pour le sorgho engrais vert. On aurait pu, en s'en tenant à ces résultats bruts, conclure que l'engrais vert était une pratique favorisant l'érosion. En fait, l'analyse détaillée des résultats montre, comme on pouvait s'y attendre, qu'il y a une reprise très nette de l'érosion lorsque l'engrais vert est enfoui et que le sol est exposé nu aux pluies. Cette reprise est naturellement d'autant plus marquée que le labour d'engrais vert reçoit davantage de pluies, c'est-à-dire qu'il est réalisé plus précocement. En réculant la date d'exécution du labour aussi tard que possible vers la fin de la saison des pluies, on diminue, jusqu'à l'annuler, le risque d'érosion.

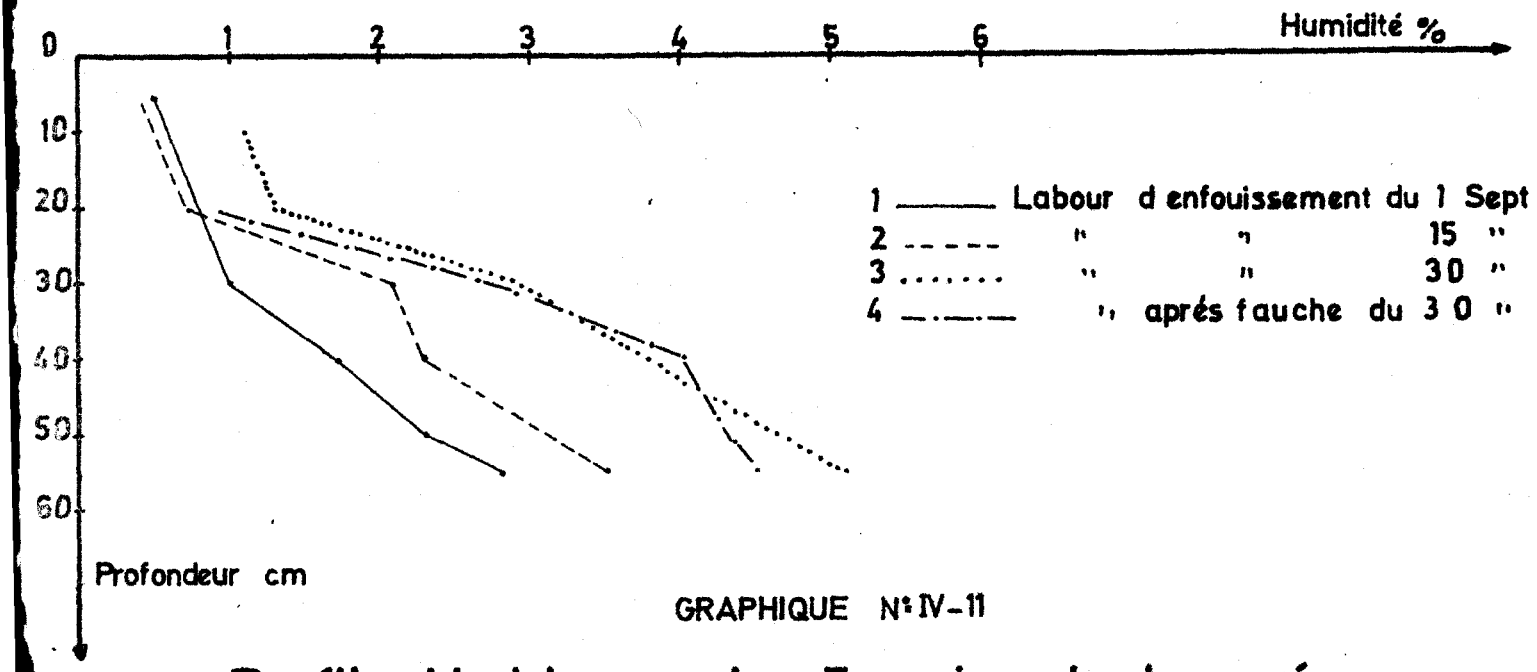
Il y a assez/peu d'essais ayant mis en comparaison des dates de réalisation du labour d'enfouissement.

A Séfa (13) il est mentionné que des enfouissements précoces ayant reçu 338 mm de pluies ont donné de meilleurs résultats que des enfouissements tardifs (114 mm de pluie) mais il n'est fourni aucune indication sur les rendements et la manière dont a été réalisé l'essai.

GRAPHIQUE N° IV-10

Courbes de Résistance à la Pénétration sur des Labours d'Enfouissement Réalisés à des Dates Différentes





GRAPHIQUE N° IV-11

Profils Hydriques des Terrains Labourés à des Dates Différentes

(D'aprés D. Blondel 1964)

Tableau n° IV-44

Influence de la date d'enfouissement de l'engrais vert ou de la jachère sur les rendements de l'arachide et du mil à Tarna (Niger) (63)

Date d'enfouissement 1964	Pluie après labour mm	Arachide 1965 Gousses kg/ha	Mil 1966 Grains kg/ha
25 Août	265	2424	1210
10 Septembre	32	2600	1194
25 Septembre	0	2712	1040

Les quelques résultats agronomiques disponibles viennent donc, dans l'ensemble, confirmer les conclusions de l'analyse des effets sur le sol. Il est permis d'affirmer maintenant que les enfouissements précoces sont condamnables et dangereux pour le sol et que la date d'exécution du labour doit être reculée aussi tard que possible vers la fin de la saison des pluies, de façon à ce que le labour ne reçoive pas plus d'une cinquantaine de mm de pluies après son exécution. En se fondant sur l'analyse fréquentielle des pluies, on peut estimer que cet objectif peut être atteint 8 ou 9 années sur 10 au Sénégal en labourant vers le 15 Septembre dans la zone Nord, le 25 Septembre dans la zone Centre et le 1er Octobre dans les zones méridionales et orientales. Le problème sera de concilier cet impératif de la date d'exécution du labour et les difficultés pratiques de l'enfouissement d'une masse végétale ayant atteint un stade de développement et de lignification avancé. Ce point sera examiné plus loin.

351 6 Préparation des terres et modelé du terrain

Les labours peuvent, suivant leur mode de réalisation, influencer plus ou moins le modelé du terrain. Ils peuvent être réalisés à plat, en planches ou en billons; être dirigés suivant la pente ou suivre les courbes de niveau. Ces deux points seront examinés successivement.

351 61 Labours à plat, en planches et en billons

Ce point concerne essentiellement les labours ordinaires de préparation car les labours d'enfouissement sont pratiquement toujours réalisés à plat.

Les labours en planches larges ou étroites sont principalement utilisés dans les cas de drainage déficient. Leur emploi est peu courant dans la zone étudiée et n'a pas fait, à notre connaissance, l'objet de recherches spéciales.

La culture en billons ne doit pas être confondue avec la technique de buttage; dans ce dernier cas, les plantes sont semées à plat et le buttage n'intervient qu'en milieu de saison, lorsqu'elles ont atteint un certain développement. Cette technique de buttage sera donc étudiée plus loin, avec les travaux d'entretien. Les billons sont au contraire réalisés avant le semis, et les plantes semées, habituellement, au sommet des billons. Les billons sont confectionnés manuellement avec des outils de formes variables suivant les ethnies (1). En Afrique anglophone et en particulier en Nigéria du Nord et Gambie, les agronomes recommandent la pratique du billonnage en culture mécanisée, surtout sous forme de billons cloisonnés, et proposent à la vulgarisation des charrues munies de corps billonneurs.

On s'accorde en effet couramment à reconnaître à la culture en billons un certain nombre d'avantages par rapport aux labours à plat :

- meilleure infiltration de l'eau dans le sol, surtout lorsqu'il s'agit de billons cloisonnés;

- meilleure protection contre ruissellement et érosion
- meilleure maîtrise de l'herbe.

Concernant le premier point, on peut considérer qu'il intéresse surtout les régions Nord de la zone et intervient principalement en début de saison des pluies. L'accroissement de l'infiltration peut, dans ces conditions avoir en effet, une incidence agronomique importante. Mais il ne faut pas oublier qu'un labour à plat suffisamment profond et correctement réalisé peut également se montrer très efficace pour l'amélioration de l'infiltration (CHARREAU, 1969) (15).

Le deuxième argument touchant au rôle du billon en matière de conservation du sol, est celui qui est le plus couramment utilisé pour souligner l'intérêt de cette pratique. Il est de fait que des billons suivant fidèlement les courbes de niveau entravent efficacement le ruissellement et diminuent donc, jusqu'à les annuler, les pertes en terres. C'est ce qu'ont montré, en particulier, les études menées en cases d'érosion tant au Sénégal qu'en Côte d'Ivoire (3). Mais à ce sujet, il faut faire remarquer que ces études, réalisées sur parcelles de dimensions modestes (de l'ordre de 250 m2) ont une portée limitée et ne rendent qu'imparfaitement compte de ce passe en plein champ. La réalisation rigoureuse d'un dispositif de billons en courbes de niveau sur de vastes superficies est en effet très difficile, voire impossible à exécuter. Il y aura toujours un ou plusieurs points faibles dans le dispositif où l'eau, s'accumulant derrière un billon, finira par le faire céder, perçant tous les billons se trouvant en aval et pouvant ainsi entraîner des dégâts très sérieux.

---

(1) Principalement : "daba", "darenba" ou "kayendo".

En parcelles de mesures d'érosion, on a affaire, dans ce cas à une loi de "tout ou rien":

- ou les billons tiennent, et ruissellement et érosion sont quasi nuls

- ou ils cèdent et les quantités d'eau et de terre entraînées dans les cuves peuvent être très importantes.

Pour être réellement valable, cette étude doit donc se faire en plein champ, sur petits bassins versants ou portions de versants.

On notera par ailleurs qu'en culture traditionnelle la pratique du billonnage ne paraît pas répondre à un souci de lutte contre l'érosion, car, la plupart du temps, les billons sont orientés dans le sens de la pente. Cette pratique pourrait par contre être motivée par un souci d'amélioration du drainage au niveau des racines.

Enfin, dans ces études sur le rôle du billon en matière de conservation du sol, il y a un point qui est généralement négligé et qui nous paraît pourtant fort important : celui de la dégradation du sol se produisant in situ entre deux billons. Même lorsqu'il permet d'entraver le ruissellement, le microrelief créé par le billonnage présente, en effet, dans ces sols à texture grossière, le très grave inconvénient d'aggraver les conséquences de l'érosion par battance : sables et argiles sont entraînés sur le flanc du billon et viennent se déposer alternativement, par lits successifs, dans le fond du sillon. Le billon "fond" progressivement sous l'action de la pluie et dans le sillon se développe une structure litée, qui, si elle n'est pas détruite par un travail profond du sol, se révèle très défavorable à l'enracinement de la culture et, donc, à sa croissance et à sa production. Les observations de ce genre sont particulièrement nettes dans les pays de vielle culture, sur les plateaux de Basse Casamance, par exemple. SEGUY (90) a souligné à juste titre, la part prépondérante qui pouvait être attribuée à la pratique répétée du billonnage dans la dégradation des sols de cette région.

Ainsi que l'ont montré les études réalisées en Casamance (15), une des meilleures méthodes de lutte contre l'érosion consiste à créer, par le travail profond du sol, un profil cultural satisfaisant à conserver par la suite ce profil en s'assurant, grâce à un semis précoce et une bonne fertilisation, un développement rapide de la végétation des cultures. Cet objectif peut, à notre avis, être atteint en culture à plat.

En ce qui concerne le dernier point, celui de la maîtrise de l'herbe, il est certain qu'en culture traditionnelle, le billonnage fait preuve d'une incontestable supériorité sur la culture à plat pratiquée avec les outils manuels.

La préparation du terrain est souvent, en effet, assez tardive et intervient quand la saison des pluies est déjà bien installée et que le terrain est couvert d'herbes. En cultivant à plat avec ses outils traditionnels, le paysan effetue un certain retournement de la terre mais celui-ci est insuffisant pour lutter contre l'envahissement ultérieur par l'herbe. Si au contraire il pratique la culture en billons, les mottes sont beaucoup mieux retournées et l'herbe soigneusement enterrée dans le billon, ceci constituant une sorte d'engrais vert dérobé. La maîtrise de l'herbe sera par la suite beaucoup mieux assurée et l'entretien plus facile. C'est, croyons-nous, la raison prédominante expliquant l'extension de la culture en billons dans la partie méridionale de la zone.

En passant au stade de la culture attelée et en adoptant la charrue comme instrument de préparation du sol, le paysan s'assurera, du même coup, par un labour à plat correctement réalisé, une maîtrise de l'herbe comparable à celle qu'il avait en culture manuelle sur billons. On a vu, en effet, plus haut (IV, 322 1), le rôle important joué par le labour dans ce domaine. On peut donc dire que s'il y avait un avantage certain du billon, à ce point de vue, en culture manuelle, cet avantage disparaît en culture mécanisée.

Notons enfin que la technique du billonnage présente de nombreux inconvénients pratiques en culture motorisée et plus encore en culture attelée : difficultés de réaliser mécaniquement les semis, les travaux d'entretien et la récolte.

Il y a malheureusement, à notre connaissance, fort peu d'essais permettant la comparaison des effets, sur les rendements des cultures, de la culture en billons et de la culture à plat.

Un essai implanté en Casamance par BIRIE-HABAS et THIROUIN (5) en 1965 fournit quelques renseignements à ce sujet. Il s'agit d'un essai de techniques culturales sur maïs. La nature des traitements et les rendements obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Les traitements ne diffèrent pas significativement entre eux. On peut cependant constater le bon comportement des semis à plat et l'intérêt du buttage dans le cas d'un semis à plat. Le premier buttage intervient une trentaine de jours après le semis. Des observations de profils culturaux effectuées en hivernage ont par ailleurs montré l'effet favorable du buttage sur l'enracinement du maïs. Les réalisateurs de l'essai notent, par contre, que l'effet du billonnage est plutôt défavorable : en cas de sécheresse, une croûte se forme au sommet du billon, gênant la levée du plant; d'autre part les pluies très violentes de début de saison érodent les billons et déchaussent les plantes, obligeant à une réfection continuelle des billons.

Tableau n° IV-45

Influences comparées des semis à plat, sur billons et sur planches et de différentes façons d'entretien sur les rendements du maïs à Séfa (5)

Mode de semis	Mode de préparation du terrain	Mode d'entretien	Rendements grains kg/ha
A plat	Mécanique	Manuel	2830
A plat	Mécanique	Buttage mécanique progressif	3018
Sur billons	Manuel (darenba)	Manuel	2394
Sur billons	Mécanique (disques)	Manuel	2891
Sur planches de 6,60 m	Mécanique	Manuel	2548

Pour conclure, on peut dire que, si dans certains cas particuliers, la technique du billonnage avec cloisonnement peut se révéler intéressante, pour l'ensemble des sols à dominante sableuse de la zone, la pratique des labours en billons ne paraît pas recommandable. Celle des labours à plat, convenablement réalisés, lui semble bien préférable car elle réunit sensiblement les mêmes avantages que ceux classiquement dévolus aux billons : amélioration de l'infiltration, réduction de la dégradation, amélioration de la maîtrise de l'herbe, sans présenter les mêmes inconvénients.

Cette conclusion ne saurait naturellement, sans étude préalable, être généralisée à d'autres conditions de sols et de climats.

351 62 Orientation des labours par rapport à la pente

Même en cas de pente faible (moins de 2%), l'agressivité climatique et les risques d'érosion sont tels dans cette zone qu'il y a toujours intérêt à orienter les labours parallèlement aux courbes de niveau.

Le mode de culture le plus indiqué pour ces régions, -spécialement pour les régions méridionales, plus arrosées,- paraît être celui de la culture en bandes alternées, de largeurs variables suivant la pente, séparées par des ados réalisés à la charrue et complantés d'herbes vivaces.

L'enfouissement des pailles de maïs ne pose pas de problèmes particuliers à Sinthiou et Séfa; il est effectué à la même date que l'enfouissement des jachères et de l'engrais vert.

La qualité du labour est alors satisfaisante et des observations faites au cours de la saison sèche qui suit sa réalisation révèlent un profil cultural assez proche de ceux obtenus après enfouissement de fumure verte; il y a également développement d'une structure particulière et d'une macroporosité biologique; le développement de cette structure est toutefois moindre que dans le cas des enfouissements de matière verte en quantité importante. Le sol est souvent également plus émietté. La décomposition des pailles, dûe pour une large part à l'action de la faune du sol (termites), se fait sans difficulté.

A Bambey par contre, en raison de la brièveté de la saison des pluies et de l'irrégularité de son démarrage, l'enfouissement des pailles de mil ou de sorgho hâtif ne peut être effectué en même temps que celui des jachères et de l'engrais vert; il faut attendre pour la récolte et l'enfouissement jusqu'au début ou à la mi-Octobre. Le sol est alors plus sec et il peut arriver que l'enfouissement se révèle impossible à réaliser (essai Bambey Dek, année 1964). La qualité du labour , dans ces conditions, est beaucoup plus variable que celle des labours de fumure verte; elle est très dépendante de la pluviométrie de fin de saison. Quand le sol est trop sec on aboutit à la formation de grosses mottes noyées dans un matériel pulvérulent. Même en conditions d'humidité favorables, le sol est souvent plus émietté que pour l'enfouissement des jachères et engrais vert; pour cette raison le "mulch" ainsi créé est parfois plus efficace et la conservation de l'humidité en profondeur, supérieure.

L'influence comparée, sur les rendements des cultures suivantes, de ces deux systèmes de labours d'enfouissement : pailles ou matière verte, est illustrée par les chiffres des tableaux IV-102, IV-103 et IV-104 en annexe qui concernent respectivement, les effets directs, les effets résiduels de première année et les effets résiduels de deuxième année. Toutes les données proviennent exclusivement des essais "Régénération du profil" (69,74).

Les données du tableau IV-102 concernant les effets directs, ont été résumés dans le tableau ci-dessous.

On constate que les résultats sont assez voisins pour les deux types de labours; les différences ne sont pas systématiques et, suivant les cultures, les localisations et les années sont en faveur tantôt de l'un, tantôt de l'autre type. Cependant, pour le maïs on note une supériorité assez nette de la fumure verte qui se manifeste quatre fois sur cinq, dont deux fois de façon statistiquement significative.

Il y aurait lieu d'élucider la raison de cette baisse de rendement sur le maïs, succédant à un maïs enfoui. Il ne semble pas que le profil cultural et les propriétés physiques du sol soient ici en cause. Il faudrait donc rechercher d'autres facteurs, peut-être d'ordre sanitaire. Quoiqu'il en soit, par rapport au témoin non travaillé, il y a malgré tout un effet positif, parfois très important.

Tableau n° IV-46

Influence comparée des labours d'enfouissement de matière verte et de pailles dans leurs effets directs sur les rendements des cultures

Culture	Localisation	Nombre d'années de comparaison	Rendements moyens kg/ha			Rapport C/A %
			Témoin A	Fumure verte B	Pailles C	
Arachide (Gousses)	Bambey Dior	2	1278	1252	1049	84
	Séfa	2	2966	2786	2973	106
M i l (Grains)	Bambey Dior	2	1103	1179	1058	90
Sorgho (Grains)	Sinthiou	1	1441	2048	2147	105
M a ï s (Grains)	Séfa	3	1181	2421	2320	96
	Sinthiou	2	2946	4134	3481	84

En ce qui concerne les effets résiduels de première et de deuxième année, les conclusions qui se dégagent de l'examen des tableaux IV-103 et IV-104 sonr à peu près les mêmes : peu de différences d'action, sur la production en grains ou gousses, entre les deux types de labours; résultats variables suivant les années, les cultures et les emplacements. On note seulement en effet résiduel de première année une différence significative en faveur de la fumure verte sur un mil venant après maïs à Séfa.

Sur le développement végétatif des cultures, traduit par le poids de pailles, on ne note pas non plus de différences systématiques entre enfouissement de pailles et fumure verte.

352 12 Nature de la plante dans le cas de la fumure verte

La notion d'engrais vert a été souvent associée à celle de légumineuse, les agronomes cherchant ainsi à accroître gratuitement le stock d'azote du sol. Cette conception paraissait particulièrement séduisante en Afrique où le prix des engrais minéraux azotés était et reste encore très élevé. C'est pourquoi dès le début des expérimentations sur l'engrais vert on pensa à comparer les avantages respectifs des légumineuses, de la jachère et des céréales. L'objectif était d'associer les avantages suivants :

- Développement végétatif rapide et important, tonnage de matière verte enfouie dépassant 20 t/ha

- Système racinaire agissant sur la structure du sol
- Enfouissement facile
- Richesse en azote de la plante aussi grande que possible.

On a recensé en Afrique de l'Ouest 26 essais mis en place, principalement au Sénégal, pour étudier cette comparaison. Sur les 26 essais, 21 furent implantés par le CRA de Bambey, 3 par la CGOT, 2 par l'IRHO. Cependant la plupart de ces essais mettaient en comparaison jachère et engrais vert-céréale; il y en a seulement 5, à notre connaissance qui, ayant étudié l'utilisation de légumineuses comme engrais vert, on aboutit à des résultats exploitables.

On comparera d'abord les légumineuses aux céréales puis les céréales à la jachère.

352 121 Comparaison Légumineuses/Céréales

Avant de passer rapidement en revue les résultats des essais, on peut noter que :

- les tonnages de matière verte produite sont en général nettement supérieurs pour les graminées que pour les légumineuses;

- parmi les légumineuses utilisées comme engrais vert, très peu présentent des nodosités; on peut s'interroger sur leur capacité à fixer l'azote de l'air. Cependant les analyses révèlent des teneurs en azote dans les feuilles et les tiges, qui sont de l'ordre de 3 à 4%, soit environ le double de celle des graminées;

- le système racinaire des légumineuses est pivotant; le pivot descend souvent à grande profondeur, ce qui peut être intéressant pour atténuer les effets du lessivage (remontées d'éléments minéraux); par contre l'action structurante des racines sur le sol paraît beaucoup plus faible que celle des racines des graminées.

A Séfa les chiffres sont sensiblement plus élevés jusqu'à 3,3 t/ha pour le mil, et 7,7 t/ha pour la jachère (production de 8 à 10 t) (75). Dans de bonnes conditions l'enracinement de la jachère peut donc être très important et presque équivaloir, en poids, la production des tiges et feuilles. L'insuffisance de données ne permet cependant pas de généraliser ces résultats.

La colonisation par les racines est homogène et intéresse toute la superficie du champ pour la jachère et le mil engrais vert semé à la volée. Elle est moins homogène dans le cas du mil semé en ligne, la densité d'occupation racinaire étant un peu moindre dans la partie centrale de l'interligne (mais la différence est peu sensible). La profondeur de l'enracinement est généralement un peu moindre pour la jachère mais cette caractéristique est très influencée par le mode de préparation du sol.

Pour autant que l'on puisse en juger visuellement, l'action d'agrégation et de division sur le sol des racines est comparable dans les deux cas.

Au total, il ne paraît donc pas y avoir de différence essentielle entre les deux types de fumure verte, quant à leur mode d'action sur le sol.

Il importe de voir si cette différence ne se marque pas sur les rendements des cultures. Pour cela, on a rassemblé dans les tableaux IV-105 , IV-106 et IV-107 en annexe, les résultats concernant les influences comparées de la jachère enfouie et du mil ou sorgho engrais vert sur les rendements des première, deuxième et troisième cultures succédant à la sole de régénération. Ces résultats sont extraits de 19 essais pluriannuels (17 au Sénégal et 2 au Niger) autorisant cette comparaison.

Il sera fait également mention des données de deux essais implantés par l'IRHO au Sénégal.

L'examen des tableaux révèle que les résultats sont assez variables d'un essai à l'autre, et pour un même essai, d'une année à l'autre. Ceci s'explique assez bien après ce qui vient d'être dit concernant la "réussite" de l'engrais vert qui était, il y a quelques années encore, assez aléatoire. Par ailleurs les conditions d'enfouissement, déterminantes pour l'effet de cette technique, peuvent varier assez largement et les comptes-rendus d'essais ne donnent qu'une idée très imprécise de cette variation.

On peut cependant tenter d'effectuer un bilan pour les différentes cultures de la rotation.

Pour la première culture succédant la sole de régénération, ou culture-test, les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-47

Tableau résumé des influences comparées de la jachère et du mil ou sorgho engrais vert sur les rendements de la culture-test

Nature de la culture-test	Nbre de résultats annuels		Rendements moyens kg/ha après		Rendements indiciaires	
	Totaux	Favorables à E. V.	Jachère enfouie	Engrais vert	Jachère enfouie	Engrais vert
Arachide	36	22	1737	1802	100	104
M i l	4	3	1110	1174	100	106
Sorgho	2	0	1401	1162	100	83
M a ï s	5	2	3114	3098	100	99

On note que les résultats sont très voisins pour l'arachide, le mil et le maïs. Il n'y a d'ailleurs, sur un ensemble d'une cinquantaine de résultats, que 4 d'entre eux présentant des différences statistiquement significatives : deux sont à l'avantage de l'engrais vert et deux de la jachère.

Pour le sorgho, par contre, l'enfouissement de jachère paraît être nettement préférable à celui de l'engrais vert. Ceci peut s'expliquer par le fait que, dans ces essais, la plante choisie comme engrais vert a été le sorgho. On aboutit ainsi à la succession sorgho sur sorgho dont le médiocre intérêt agronomique, sur sol à dominante sableuse, a été montré par ailleurs (III, 422 2).

On retrouve cet effet dépressif, sur sorgho, de l'engrais vert par rapport à la jachère enfouie, dans un essai implanté par l'IRHO à Darou (1). En moyenne sur 7 ans le sorgho derrière engrais vert a un rendement de 857 kg/ha contre 981 kg/ha derrière jachère enfouie, soit 87% de valeur relative. L'engrais vert est inférieur à la jachère 4 fois sur 7. Dans cet essai, on a utilisé, les dernières années, le sorgho comme engrais vert et l'on pourrait être tenté de voir, dans la succession sorgho-sorgho, la raison de l'effet dépressif de l'engrais vert par rapport à la jachère enfouie.

(1) Essai Jachère-Engrais vert 1ter sur sol hydromorphe.

En fait, cette hypothèse ne peut être retenue car l'examen détaillé de l'évolution des rendements montre que l'engrais vert devient nettement supérieur à la jachère enfouie à partir de 1965, date à laquelle les modalités d'enfouissement de l'engrais vert ont été modifiées (1). Il ne s'agit probablement pas là d'une simple coïncidence.

Un autre essai, implanté également à Darou (2), ne montre pas, sur arachide, de différence d'action entre engrais vert et jachère enfouie.

Pour les deuxième et troisième cultures de la rotation, les résultats sont résumés dans les tableaux ci-contre (IV-48 et IV- 49). Comme on le voit, les résultats des deux techniques sont très voisins. Il n'y a d'ailleurs que deux cas, sur une cinquantaine, où les différences soient statistiquement significatives. On notera cependant l'effet légèrement dépressif de l'engrais vert par rapport à la jachère sur les deuxième et troisième cultures de la succession : arachide-sorgho-arachide. Ce phénomène se retrouve dans un essai implanté à Darou par l'IRHO et précédemment mentionné (2) : sur le sorgho venant en deuxième culture de la rotation le rendement après jachère enfouie est de 595 kg/ha contre 460 kg/ha seulement pour l'engrais vert; la différence est ici significative. Les autres résultats de l'IRHO à Darou ne montrent pas de différences entre jachère et engrais vert dans leurs effets résiduels sur les deuxième et troisième cultures.

Les résultats des essais confirment donc ce que laissait prévoir l'analyse théorique des mécanismes d'action sur le sol : les deux types de fumure verte sont à peu près équivalents du point de vue agronomique.

Cependant, sur le plan pratique, les deux techniques présentent chacune des avantages et des inconvénients :

- la culture du mil engrais vert demande un travail de préparation et de semis; ce travail représente un coût supplémentaire par rapport à la jachère. Remarquons que le travail de nettoyage n'est pas considérable et doit être réalisé en sec; le semis peut lui même être effectué en sec s'il s'agit de mil; dans ces conditions, il n'ya pas de goulot d'étranglement pour les autres opérations culturales et le coût est négligeable.

Il faudra, par la suite, compter sur deux opérations d'entretien : un sarclo-binage entre les lignes et un éclaircissage réalisé au canadien ainsi que deux épandages d'engrais azoté (un sur sarclage, l'autre un mois après).

---

(1) Cf. IV, 312 2 et IV, 322 36
(2) Essai Couverture-Jachère-Engrais vert.

Tableau n° IV-48

Résumé des effets résiduels comparés de l'enfouissement de jachère et de mil ou sorgho engrais vert sur les rendements de la 2ème culture de la rotation

Nature de la culture	Précédent cultural	Nbre de résultats annuels		Rendements moyens kg/ha après		Rendements indiciaires	
		Totaux	Favorables à E. V.	Jachère enfouie	Engrais vert	Jachère enfouie	Engrais vert
M i l	Arachide M a ï s	16 2	10 1	1209 2246	1212 2179	100 100	100 97
Sorgho	Arachide Sorgho M a ï s	11 1 1	4 1 0	1966 2217 2987	1791 2520 2883	100 100 100	91 114 97
R i z	Arachide	2	1	1420	1523	100	107
Arachide	M i l	2	2	1684	1743	100	103

Tableau n° IV-49

Résumé des effets résiduels comparés de l'enfouissement de jachère et de mil ou sorgho engrais vert sur les rendements de la 3è culture de la rotation : l'arachide

Nature de la culture	Précédent cultural	Nbre de résultats annuels		Rendements moyens kg/ha après		Rendements indiciaires	
		Totaux	Favorables à E. V.	Jachère enfouie	Engrais vert	Jachère enfouie	Engrais vert
Arachide	Mil Sorgho R i z	11 7 2	8 2 2	1701 1483 2595	1722 1303 2755	100 100 200	107 88 106
M a ï s	M i l	1	0	1973	1849	100	94
Sorgho	Sorgho	1	1	2642	2650	100	100
Ensemble	(Moyennes pondérées)	21	13	1726	1687	100	98

Au total, si l'on exclut le labour d'enfouissement qui exige le même travail, qu'il s'agisse d'engrais vert ou de jachère, le nombre de jours de travail supplémentaires à l'hectare, nécessité par l'engrais vert est peu élevé (2 journées d'attelage et 5 journées de travailleur) et le coût est faible.

- La répugnance naturelle que manifeste le paysan à enfouir une céréale en vert constitue un obstacle psychologique réel, mais non irréductible. L'expérience prouve que si la vulgarisation de cette technique est intelligemment menée, son application en milieu paysan ne soulève pas de difficultés particulières.

- Le labour d'enfouissement est, comme on le verra plus loin, plus difficile à réaliser sur jachère que sur mil engrais vert lorsque la jachère est bien fournie. Par ailleurs la jachère enfouie a la réputation de salir le terrain l'année suivante et de nécessiter des travaux de sarclo-binages considérablement plus importants qu'après mil engrais vert. Cette réputation est partiellement fondée mais elle peut être dûe aussi, dans beaucoup de cas, au fait que le labour d'enfouissement est plus difficile à réaliser sur jachère : les retournements incomplets et les labours insuffisamment fermés facilitent la reprise de l'herbe.

On voit donc que, même sur le plan pratique, les avantages et inconvénients respectifs des deux techniques paraissent se contre balancer. En culture à caractère nettement intensif, on donnera la préférence au mil engrais vert; par contre, pour amorcer la vulgarisation des labours d'enfouissement en milieu traditionnel, il sera sans doute plus commode de commencer par la jachère enfouie. De toutes manières, l'examen qui sera fait plus loin des modalités de traitement de la fumure verte (conditionnement de la plante avant enfouissement), amènera à nuancer sensiblement ces considérations.

Jusqu'à présent, on a traité indistinctement, sous le vocable "engrais vert-céréale", du mil et du sorgho. C'est qu'en fait il n'y a pas d'essais permettant la comparaison entre ces deux plantes; bien souvent elles ont été employées indifféremment dans les mêmes essais: une année l'engrais était constitué par du sorgho, l'année suivante par du mil. Des tests de comportement ont cependant eu lieu en grande culture et ont montré qu'il y avait peu de différence entre ces plantes quant à leur utilisation en engrais vert. Le choix entre les deux sera essentiellement fonction des considérations écologiques : on donnera la préférence au mil sur terre sableuse et sous pluviométrie faible et peu étalée, au sorgho sur terres lourdes et pluviométrie plus abondante et mieux répartie.

Cependant les résultats mentionnés plus haut amènent à nuancer cette opinion : il paraît préférable d'éviter le retour trop fréquent du sorgho sur le même terrain. Dans le cas où le sorgho intervient dans la rotation, il vaut donc mieux utiliser le mil à la place du sorgho comme engrais vert.

Sur le plan pratique, le sorgho offre un avantage sur le mil au moment de l'enfouissement; le plateau de tallage du mil, souvent très développé, est une cause fréquente de bourrage et de résistance à l'avancement de la charrue; ceci n'intervient pas, ou peu chez le sorgho. Par contre, les repousses après enfouissement sont plus fréquentes et plus importantes dans le cas du sorgho.

Notons pour terminer qu'une graminée, utilisée comme céréale en Afrique de l'Est, mais très peu répandue dans l'Ouest africain, a paru, pendant un certain temps, devoir apporter une solution satisfaisante au problème de l'engrais vert. Il s'agit d'Eleusine coracana.

Cette plante associe en effet plusieurs caractéristiques intéressantes :

- Hauteur de végétation régulière, ne dépassant pas 1m, ce qui est de nature à faciliter l'enfouissement.

- Couverture du sol et production de matière verte satisfaisantes (jusqu'à 11 t/ha de pailles sèches dans de bonnes conditions).

- Capacité de fixation de l'azote par le rhizosphère présumée, d'après certains indices, assez importante.

Cependant, à l'usage, les espoirs que l'on fondait sur elle ont été déçus car il s'est révélé que cette plante démarrait assez mal, qu'elle était très sensible à la nature du terrain (hétérogénéité) et qu'elle était très salissante.

352 1 Durée de la sole de régénération

L'un des principales raisons qui ont incité les agronomes à expérimenter l'engrais vert et l'enfouissement de la jachère était le souci d'accélérer la régénération du sol et d'essayer d'obtenir en un an ce qui, avec la jachère brûlée, nécessitait deux années et plus. Ce souci s'expliquait aisément par l'accroissement de la pression démographique et la réduction, dans les régions de vieilles cultures, de la superficie cultivable par habitant. Il paraissait donc paradoxal, dans cette perspective, d'étudier l'influence de la répétition dans le temps du traitement engrais vert ou jachère enfouie.

Six essais, cependant, étudient cette question. Ils ont été implantés au Sénégal en 1952 et 1956 (3 sur les stations IRAT, 3 sur les stations IRHO) et sont de types assez divers. Il est malaisé de présenter leurs résultats sous une forme synthétique. Nous avons pourtant tenté de le faire en ayant recours à deux tableaux distincts.

Dans le tableau n° IV-50, sont comparés les rendements des cultures de la rotation après une durée variable de la sole de régénération (fumure verte). Les rendements de base (indice 100) concernent la durée de la régénération la plus faible (1 ou 2 ans suivant le cas). Tous les essais figurant dans ce tableau sont des essais en série, où toutes les phases de la rotation sont représentées chaque année. Ce mode de comparaison ne serait pas possible autrement.

Dans le tableau n° IV-51, la comparaison porte sur l'enfouissement et le brûlis, en fonction de la durée de la sole de régénération : pour chaque durée étudiée, le rendement de la culture après brûlis a été affecté de l'indice 100; il y a donc un indice différent par rotation, ce qui permet de juger si l'effet de l'enfouissement augmente ou non, en valeur relative, quand la durée de la sole de régénération augmente. On a fait figurer, à titre indicatif, la valeur des rendements moyens après jachère brûlée pour donner une idée de la réussite des cultures; mais il ne s'agit pas là du rendement de base correspondant à l'indice 100, puisque celui-ci varie avec chaque rotation. Ce mode d'expression a permis d'inclure dans le tableau, outre les essais précédents, deux autres essais qui ne sont pas des essais en série.

Il y a lieu de faire ici une distinction entre engrais vert et jachère enfouie : dans le premier cas les labours d'enfouissement sont exécutés tous les ans; pour la jachère, au contraire, il n'y a qu'un labour d'enfouissement précédant la mise en culture.

De l'examen du tableau n° IV-50 ne se dégage pas une loi générale de variation des rendements des cultures de la rotation en fonction de la durée de la sole de régénération (fumure verte). Les différences sont peu accentuées et les résultats varient d'un essai à l'autre et d'une culture à l'autre. La répétition dans le temps de l'engrais vert ou l'allongement de la jachère avant enfouissement ne paraissent donc pas avoir d'action sensible sur le rendement. Les chiffres du tableau n° IV-51 ne traduisent pas non plus un renforcement systématique de l'action de l'enfouissement par rapport au brûlis, quand on augmente la durée de la sole de régénération; il semble y avoir, au contraire, une baisse relative assez nette de cette action au bout de six ans de jachère.

TABLEAU N° IV-50

INFLUENCE DE LA DUREE DE LA SOLE DE REGENERATION, JACHERE ENFOUIE OU ENGRAIS VERT SUR LES RENDEMENTS DES CULTURES SUIVANTES

LIEU	DESIGNATION DE L'ESSAI	NOMBRE DE TRAITEMENTS COMPORTANT		CULTURE		ANNEES DE COMPARAISON		RENDEMENT DU TEMOIN kg/ha	RENDEMENTS INDICIAIRES EN FONCTION DE LA DUREE DE LA REGENERATION				SOURCE
		Jach. en-fouie	En-grais vert	Posi. après régén	Natu-re	Epoque	Non-bre		1 an	2 ans	3 ans	6 ans	
Darou	Jachère 1bis	3	0	1	A	1959.66	8	2290	–	100	103	106	IRHO
				2	S	1960.66	7	1270	–	100	99	103	(45)
				3	A	1961.66	6	1995	–	100	96	101	
Darou	Jachère-Engrais vert Sol hydronorphe	1	5	1	S	1961.66	6	795	100	120	–	–	IRHO
				2	A	1962.66	5	2412	100	105	–	–	(47)
				3	S	1963.66	4	713	100	90	–	98	
Séfa	Rotation F1	0	2	1	A	1956.59	4	?	100	–	98		WERTS (102)
Darou	Longueur ooptinun de la jachère Sol hydromorphe	3	0	1	A	1965.66	2	2242		100	112	79	IRHO
				2	S	1965.66	2	685	–	100	98	102	(48)
				3	A	1965.66	2	1505	–	100	105	124	

TABLEAU N° IV-51

COMPARAISON DE L'ENFOUISSEMENT DE MATIERE VERTE ET DU BRULIS EN FONCTION DE LA DUREE DE REGENERATION

LIEU	DESIGNATION DE L'ESSAI	NOMBRE DE TRAITEMENTS COMPORTANT		CULTURE		ANNEES DE COMPARAISON		RENDEMENTS MOYENS DES TRAITEMENTS JACHERE BRULEE kg/ha	RAPPORT DES RENDEMENTS APRES ENFOUIS. ET JACHERE BRULEE EN FONCTION DE LA DUREE DE REGEN.				SOURCE
		Jach. brû-lée	Jach. enf. ou EV.	Posi-tion après Rég.	Na-ture	Epoque	Non-bre		1 an	2 ans	3 ans	6 ans	
Darou	Jachère 1bis	3	3	1	A	1959.66	8	2238	–	107	104	105	(45)
				2	S	1960.66	7	1087	–	127	120	109	
				3	A	1961.66	6	2000	–	98	97	96	
Darou	Jachère-Engrais vert Sol hydronorphe	2	4	1	S	1962.66	5	1031	78	85	–	–	(47)
				2	A	1963.66	4	2460	97	116	–	–	
Séfa	Rotation F1	2	2	1	A	1956.59	4	?	109	109	–	–	(102)
Banbey	Jachère-Engrais vert	2	6	1	A	1955.58	1	2002	113	–	90	–	(37)
Séfa	Jachère-Engrais vert	2	6	1	A	1956.58		2607	115	–	103	–	(101)
				2	Riz	1957.59	1	1327	100	–	132	–	
				3	A	1958.60	1	2515	113	–	101	–	
Darou	Longueur optinun de jachère Sol hydronorphe	3	3	1	A	1965.66	2	2227	–	109	107	79	(48)
				2	S	1965.66	2	602	–	119	129	98	
						1965.66	2	1735	–	90	117	88	

Ces observations suggèrent que la répétition, année après année, de l'engrais vert ou de la jachère enfouie n'a pas d'effet cumulatif sur le sol : elles viennent appuyer l'hypothèse selon laquelle l'action de la fumure verte sur le sol est essentiellement une action à court terme (modification du profil cultural et de la macrostructure) et, accessoirement, une action à long terme (augmentation du taux de matière organique et amélioration de la microstructure).

352 3 Quantité de matière végétale enfouie

Cette question a été étudiée pour la fumure verte mais non pour les labours d'enfouissement de pailles.

A l'époque où les enfouissements de matière verte étaient réalisés précocement, il était indispensable, en effet, d'enfouir des quantités assez importantes de matière végétale pour conférer au labour une résistance suffisante contre les pluies. On conçoit qu'à la limite on en soit venu à associer étroitement la notion de travail profond du sol et celle d'enfouissement de matière organique : il apparaissant alors dangereux et peu recommandable de labourer le sol nu. Depuis que la date d'enfouissement a été reculée vers la fin de la saison des pluies, cet aspect de la question a perdu maintenant beaucoup de son importance; le labour recevant, en principe, très peu de pluie, il n'apparaît plus indispensable d'enfouir de grande quantités de matière végétale dans le seul but de le protéger contre un tassement et une reprise en masse.

Par contre il y a lieu de se demander si l'aspect quantitatif de la matière verte enfouie influe sur le développement de la structure. On a vu (IV, 321 11) que l'on pouvait répondre affirmativement à cette question.

L'activité biologique de la mésofaune, responsable du développement de la structure tubulaire ou "mie de pain" et de la macroporosité biologique paraît en effet favorisée par des apports importants de matière végétale. Cependant on a pu noter en sens inverse, qu'il suffisait de faibles quantités de matière organique enfouie pour amorcer la création d'une structure "mie de pain". Plus encore que sur le degré de développement de la structure au cours de la première année, la quantité de matière végétale enfouie semble influer sur la conservation de cette structure au cours des années suivantes.

L'enfouissement de grosses quantités de matière végétale à cette époque de l'année posant, par ailleurs, à la fois des problèmes pratiques d'enfouissement et des problèmes de décomposition, il est probable qu'il y a une dose optimum à trouver qui permette de concilier le souci de créer une macrostructure satisfaisante et celui d'éviter trop de difficultés au moment de l'enfouissement. Ce point n'a pas encore été totalement résolu.

Sur le plan agronomique, divers essais installés au Sénégal permettent de mesurer l'influence, sur les rendements des cultures, des quantités de matière verte enfouie. Malheureusement, dans tous ces essais la culture-test a été l'arachide; or on a vu précédemment (IV, 322-36) qu'elle réagissait moins bien aux labours d'enfouissement qu'aux labours de préparation sur sol nu, ce qui n'est pas le cas des autres cultures. Les conclusions que l'on pourra tirer de ces essais auront de ce fait une portée limitée. Il serait nécessaire de les reprendre ultérieurement en substituant à l'arachide, comme culture-test en début de rotation, une céréale.

Quelques observations intéressantes peuvent néanmoins, dès maintenant, être faites. Plusieurs objets ont été mis en comparaison sur ces essais :

- Sol maintenu nu pendant l'hivernage et labouré en fin de saison, avec ou sans apport de matière verte

- Labour d'engrais vert normal opposé à un engrais vert fauché à ras du sol avant labour et dont les produits de la fauche sont exportés

- Engrais vert normal opposé à engrais vert avec apports supplémentaires de matière verte.

352 31 Influence d'apport de matière verte sur sol nu

Les essais "Structure-Humus" mis en place par POULAIN et MARA (81) à Thiénaba et Boulel, comportent, entre autres, les deux traitements suivants :

- Sol maintenu nu pendant l'hivernage; labour en fin de saison des pluies

- Sol maintenu nu pendant l'hivernage; avant labour : apport de matière verte en quantité équivalente à celle produite par un engrais vert normal (dans le même essai).

La rotation suivie est dans les deux cas la rotation : arachide-Céréale (Mil ou Sorgho)-Arachide. Les essais, implantés en 1961, ont été modifiés après une première rotation pour être mis en série.

Les résultats complets des essais figurent dans le tableau n° IV-108 en annexe. Les valeurs moyennes ont été rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-53

Valeur des coefficients de corrélation entre quantité de matière verte enfouie sur sol nu et production des cultures de la rotation

Culture	Localisation	Grains ou Gousses			Pailles		
		Sans engrais	Avec engrais	Moyenne	Sans engrais	Avec engrais	Moyenne
1ère culture Arachide	Thiénaba Boulel	0,940++ 0,267	0,750++ -0,210	0,890++ -0,044	0,593 -	0,872++ -	0,825++ -
2ème culture Mil	Thiénaba Boulel	- 0,524	- -0,028	- 0,338	0,447 -	0,801+ -	0,756+ 0,293
3ème culture Arachide	Thiénaba Boulel	0,970++ -	0,770+ -	0,930++ 0,059	0,685 0,711+	0,837++ -0,075	0,813++ 0,246

Comme on le voit, il n'existe à Boulel aucune corrélation significative entre quantité de matière verte enfouie sur sol nu et rendements des cultures suivantes, sauf en ce qui concerne les pailles de la deuxième arachide dans engrais. A Thiénaba, au contraire, il existe toujours une forte liaison entre les deux variables. Il semble donc, dans ce cas, y avoir une forte influence de la quantité de matière enfouie sur la production en grains et pailles des arachides et du mil de la rotation. On notera que pour les productions en gousses et grains, la corrélation est toujours plus forte pour les traitements sans engrais, ce qui ferait penser à une influence de l'apport minéral de la fumure verte. Mais ceci ne s'observe pas sur le développement végétatif (production en pailles).

A Darou, dans un essai comportant sensiblement les mêmes traitements qu ci-dessus, l'IRHO (46) ne trouve pas d'influence de la matière verte. Là encore, il est possible que les conditions d'enfouissement en soient la cause.

352 32 Influence de la matière verte dans le cas d'un engrais vert

On opposera ici, à un engrais vert normal, un engrais vert fauché à ras du sol juste avant labour et dont les produits de la fauche sont exportés. Il y a donc, dans ce cas, enfouissement du seul plateau de tallage.

Outre les essais "Structure-Humus" déjà mentionnés, d'autres essais mis en place à Boulel par POULAIN et MARA (83,84), permettent cette comparaison. Il s'agit des essais : "Régénération x Phosphates" et "Doses phosphore x Soufre". Les résultats complets de ces essais, pour les traitements qui nous intéressent, figurent dans le tableau IV-109 en annexe.

Les valeurs moyennes pondérées, obtenues sur l'ensemble de ces essais, figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-54

Influence de la matière verte enfouie dans le cas d'un engrais vert, sur les rendements des cultures de la rotation

Position de la culture	Nature de la culture	Localisation	Nombre de résultats annuels	Grains ou Gousses kg/ha			Pailles kg/ha		
				Labour avec racines seules	Labour avec plante entière	Rapport indiciaire	Labour avec racines seules	Labour avec plante entière	Rapport indiciaire
1ère culture	Arachide	Thiénaba Boulel	5 12	1253 1770	1418 1800	113 102	1556 2387	2113 2480	136 104
2ème culture	M i l	Thiénaba Boulel	2 2	946 1259	1084 1335	115 106	1515 6900	1884 7200	124 104
	Sorgho	Boulel	9	2178	1858	85	6618	6668	101
3ème culture	Arachide	Thiénaba Boulel	3 10	949 1440	1180 1455	124 101	1416 1283	1450 1260	102 98

Il apparaît que l'enfouissement de l'appareil végétatif du mil ou sorgho engrais vert se traduit presque toujours par une plus value de rendement sur les cultures suivantes par rapport au labour avec enfouissement minimum (plateau de tallage). Cette plus value est surtout sensible à Thiénaba. A Boulel les traitements sont pratiquement équivalents; on peut même noter sur le sorgho de deuxième culture un effet résiduel dépressif, sur la production en grain, de l'enfouissement de matière verte.

A Darou, dans l'essai mentionné plus haut (46), l'IRHO observe également une légère plus value sur toutes les cultures de la rotation après enfouissement de matière verte; elle est de l'ordre de 200 kg/ha en moyenne pour la première arachide de la rotation.

352 33 Influence d'apports supplémentaires de matière verte dans le cas des engrais verts.

Dans les essais "Structure-Humus" (81) il existe un traitement comportant un apport supplémentaire de matière verte sur un engrais vert de telle sorte que le total : matière verte produite sur place + matière verte apportée, soit le double de la quantité de matière verte obtenue sur les traitements engrais vert normal. La comparaison a été faite entre ces deux traitements. Les résultats détaillés figurent dans le tableau IV-108 en annexe. Les valeurs moyennes sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-55

Influence sur les rendements des cultures de la rotation d'un apport supplémentaire de matière verte sur engrais vert

Position de la culture	Nature de la culture	Localisation	Nombre de résultats annuels	Grains ou Gousses kg/ha			Pailles kg/ha		
				E. V. normal	E. V.+ M. V.	Rapport indiciaire	E. V. normal	E. V.+ M. V.	Rapport indiciaire
1ère culture	Arachide	Thiénaba	5	1418	1251	88	2113	2231	106
		Boulel	6	1739	1731	100	2394	3019	126
2ème culture	Mil	Thiénaba	2	1084	1210	112	1884	1414	75
		Boulel	2	1335	1469	110	7200	7700	107
	Sorgho	Boulel	3	1494	1979	132	5898	7329	124
3ème culture	Arachide	Thiénaba	3	1180	947	80	1450	1420	98
		Boulel	4	1606	1642	102	1362	1384	102

Les résultats sont ici plus variables et les réactions des cultures sont différentes suivant les emplacements. A Thiénaba l'apport supplémentaire de matière verte est dépressif sur la production en gousses des deux arachides, alors qu'il provoque une augmentation de rendement en grains du mil. A Boulel, par contre, on n'observe aucun effet dépressif; les plus values sont surtout importantes sur le sorgho venant en deuxième culture.

Des interprétations statistiques ont été faites sur ces essais pour la première rotation (1961-65).

En 1963, à Boulel, en deuxième année de culture on obtient sur mil grain un contraste orthogonal significatif (P 0,05) en faveur du supplément de matière verte; ce contraste est obtenu dans la proportion de 84% sans engrais et 16% avec engrais.

Au même lieu et la même année, le contraste orthogonal opposant engrais vert normal et engrais vert avec supplément de matière verte d'une part à l'engrais vert coupé exporté et labouré d'autre part se révèle significatif (P 0,01); cette fois le contraste est obtenu dans la proportion de 25% sans engrais et 77% avec engrais, ce qui laisse supposer que l'apport minéral de la matière verte n'intervient que secondairement dans l'augmentation de rendement.

Au cours de la première rotation on a cherché, par ailleurs, pour les traitements avec apport supplémentaire de matière verte enfouie à voir s'il existait des liaisons entre les tonnages de matière verte enfouie et les productions des cultures. Puisque la matière verte enfouie provient en partie de l'extérieur, le facteur fertilité du sol est ici en grande partie éliminé et l'on peut estimer que les variables "tonnages de matière verte" et "productions" sont indépendantes.

Les coefficients de corrélation ainsi obtenus figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-56

Valeurs des coefficients de corrélation entre quantités de matière verte enfouie sur engrais vert et production des cultures de la rotation

Culture	Localisation	Grains ou Gousses			Pailles		
		Sans engrais	Avec engrais	Moyenne	Sans engrais	Avec engrais	Moyenne
1ère cult. Arachide	Thiénaba Boulel	0,780+ -	0,057 -	0,640 0,070	0,807+ -	0,661 -	0,795+ -
2ème cult. M i l	Thiénaba Boulel	- -	- -	- 0,691	0,952++ -	0,564 -	0,688 0,689
3ème cult. Arachide	Thiénaba Boulel	0,880++ -	0,470 -	0,840++ 0,267	0,352 -	0,710+ -	0,743+ 0,257

Pour toutes ces raisons, CHARREAU et NICOU (14,18) ont proposé d'expérimenter les techniques suivantes :

- Fauche de la jachère ou de l'engrais vert dans deuxième quinzaine d'Août c'est-à-dire à l'époque où étaient effectués autrefois les enfouissements.

- Exportation des produits de la fauche pour la nourriture du bétail ou au contraire paillis du sol avec les tiges et feuilles coupées.

- Enfouissement des repousses en fin de saison des pluies.

Ces techniques sont expérimentées en comparaison avec les techniques habotuelles d'enfouissement de la jachère et d'engrais vert depuis 1964 dans les essais dits de "Régénération du Profil" mis en place en plusieurs localités du Sénégal par NICOU (69) et NICOU, THIROUIN (74). Un autre essai portant sur les modalités pratiques du conditionnement de la matière verte avant enfouissement a également été réalisé à Séfa en 1965.(99).

Les enseignements fournis par ces essais intéressent :

- les conditions pratiques de réalisation et les productions de matière verte
- les effets de la fauche sur l'enracinement de la jachère ou de l'engrais vert
- les effets sur le sol
- les effets sur les rendements des cultures.

352 41 Conditions pratiques de réalisation et productions de matière verte

La fauche manuelle est une opération facile à exécuter au coupe-coupe sur mil engrais vert et qui demande peu de temps. Elle est plus longue et plus difficile à réaliser sur jachère avec cet outil; il faudrait utiliser la faux, instrument à peu près inconnu au Sénégal. Cette opération est également susceptible d'être mécanisée (faucheuse à boeufs). La coupe ne doit pas être effectuée à ras du sol mais à une certaine hauteur (15 à 20 cm pour la jachère; 40 cm pour les mils et sorghos), de façon à ce que le sol ne soit pas trop découvert après la fauche et que les plantes rejettent facilement. Le gyrobroyage a également été essayé et a donné de bons résultats.

Là encore on ne trouve pas de différences importantes entre enfouissement global ou partiel. Les résultats sont assez variables pour la deuxième culture. Sur l'arachide venant en troisième position dans la rotation, on retrouve un effet très légèrement dépressif de l'engrais vert ou de la jachère préfauchée.

352 45 Conclusion sur le conditionnement de la matière verte avant enfouissement

Au vu de cet ensemble de résultats, on peut donc estimer que la fauche de la fumure verte un mois avant enfouissement ne provoque pas, par rapport à la pratique normale, de variation sensible de rendements sur les cultures suivantes. Comme par ailleurs cette technique produit, apparemment, des effets satisfaisants sur le sol, qu'elle facilite très notablement les conditions d'enfouissement et qu'elle permet de contribuer de façon appréciable à la nourriture du bétail, il y a lieu de souligner dès maintenant tout son intérêt et re recommander la vulgarisation de la fumure verte sous cette forme.

352 5 Modalités pratiques de réalisation des labours d'enfouissement

Les labours d'enfouissement de pailles ne posent pas de problèmes particuliers de réalisation; ils sont simplement facilités lorsque la paille est rabattue sur le sol avant retournement, soit manuellement, soit par un rabatteur-convoyeur.

Par contre quelques problèmes se posent pour l'enfouissement en fin de saison, d'un engrais vert ou d'une jachère. Ces problèmes pratiques ont été étudiés par MONNIER (58) et LE MOIGNE (55) dont nous résumons ici les conclusions.

Le labour d'enfouissement de matière verte ne demande pas, en moyenne, des forces de traction beaucoup plus élevées que le labour sur sol nu. Cependant, si l'effort moyen est peu modifié, les variations autour de la moyenne sont très sensiblement amplifiées, ce qui accroît la fatique de l'attelage. D'autre part la qualité du travail réalisé peut varier considérablement. Plusieurs facteurs doivent être pris en considération.

<u>Le tonnage de matière verte</u> ne semble pas, par lui-même, influer beaucoup sur l'effort de traction; les relevés dynamométriques n'ont pas révélé de différences significatives entre les traitements différant par le tonnage de matière verte, celui-ci variant de 9 à 30 t/ha et pouvant même atteindre localement 60 t/ha. Par contre la qualité du travail est influencée par ce tonnage: plus celui-ci est important, plus l'enfouissement risque d'être incomplet et défectueux. L'optimum paraît se situer autour de 40 t/ha.

Les problèmes des temps de travaux et prix de revient ont été principalement étudiés par MONNIER (58). D'après cet auteur, un enfouissement aux boeufs exige 30 à 40 heures de travail à l'hectare en moyenne, soit, pratiquement 5 journées de travail d'un attelage ordinaire. Son prix de revient, à l'hectare, est modéré (de l'ordre de 1400 fCFA au Sénégal oriental).

En conclusion, les labours d'enfouissement de fumure verte soulèvent quelques difficultés d'ordre pratique lorsque ils sont exécutés en culture attelée. Ces difficultés sont loin d'être insurmontables. Outre les adaptations possibles du matériel utilisé, l'agronome dispose d' d'un certain nombre de moyens permettant de modifier la nature et l'aspect de la matière verte, en vue de faciliter son enfouissement. Qu'il s'agisse des jachères ou des mils et sorghos traditionnels utilisés comme engrais vert, la pré-fauche réalisée, un mois avant l'enfouissement s'impose comme technique permettant de faciliter notablement cette opération et d'améliorer la qualité du labour. Le sorgho est plus facile à enfouir que le mil. Pour cette dernière plante la combinaison de semis en ligne à faibles écartements et à forte densité sur la ligne et de la pré-fauche permet la plupart du temps de réduire les difficultés et d'obtenir des enfouissements corrects. L'utilisation de plantes nouvelles telles que le sorgho nain offre, dans ce domaine, des perspectives intéressantes.

36. Reprise des labours et préparation du lit de semences

Il faut distinguer ici les deux principaux types de labours : avec ou sans incorporation de matière végétale.

361. Cas des labours sans enfouissement

La reprise des labours de préparation offre assez peu de difficultés dans les terres sableuses ou sablo-argileuses. Les premières pluies tombant sur le labour suffisent, bien souvent, à déliter les mottes les plus grosses et à égaliser le terrain, permettant ainsi un semis direct au semoir. Lorsque les labours ont été réalisés sur un sol insuffisamment humide, le terrain est alors beaucoup plus inégal et présente un mélange de très grosses mottes et de terre pulvérulente. Il est nécessaire de reprendre le labour dans le but de fragmenter les mottes et d'égaliser le terrain en vue du semis mécanique. Cette opération doit se faire en sec ou sur terrain très légèrement humide. Les instruments les plus indiqués sont, pour les sols sableux, la houe rotative; pour les sols sablo-argileux : le cultivateur à dents rigides (tiller), ou à défaut, le pulvériseur à disques.

Il faut, de toutes manières, limiter autant que possible les façons superficielles après réalisation du labour. Dans le cas contraire, on risque de détruire le profil cultural, d'émietter le sol et de donner prise à l'érosion sans qu'il y ait, en contre-partie, un profit quelconque pour les cultures.

Une expérience réalisée à Ferkessédougou, en Côte d'Ivoire, par RENAUT (87) est assez démonstrative à cet égard. Divers traitements de reprise du labour sont testés par des cultures de riz pluvial et de maïs. Les résultats sont les suivants :

Tableau n° IV-61

Influence du nombre et de la nature des façons superficielles après labour sur les rendements du riz pluvial et du maïs à Ferkessédougou (Côte d'Ivoire)

Culture	Campagne 1 9 6 7		Campagne 1 9 6 8	
	Traitements après labour	Rendement Qx/ha	Traitements après labour	Rendement Qx/ha
Maïs	2 pulvérisages	41,1	1 pulvérisage, 1 billonnage, semis sur billon	41,8
	1 pulvérisage	42,1	Semis à plat-Buttage	48,7
	1 hersage	42,0	Semis à plat	46,8
Riz	2 pulvérisages	14,3	2 pulvérisages	21,3
	1 pulvérisage	18,5	1 pulvérisage	27,0
	1 hersage	20,0	1 passage de dents (tiller)	25,0

Les résultats montrent qu'il est préférable de s'en tenir à une seule façon superficielle après labour. Une deuxième façon superficielle a un effet dépressif sur les rendements.

Les examens de profils culturaux révèlent, d'ailleurs, qu'après quelques mois, le sol ayant subi deux pulvérisages est massif et très sec alors que pour les autres traitements il est resté frais et friable avec une structure faiblement grumeleuse à polyédrique (4).

362. Cas des labours d'enfouissement

La reprise des labours d'enfouissement est plus délicate et pose davantage de problèmes. Il y a deux obstacles principaux :

- la formation d'une croûte superficielle durcie lorsque le labour a reçu des pluies suffisantes pour détruire la structure sur quelques centimètres et provoquer la reprise en masse;

- les repousses végétales au cours de la saison sèche.

La croûte durcie est difficilement brisée par les instruments habituels, disponibles en culture attelée. Les repousses végétales sont constituées soit par la plante qui a servi d'engrais vert, soit par les plantes de jachère et adventices habituelles. Le problème des repousses est atténué par la pré-fauche de l'engrais vert ou de la jachère et par un labour d'enfouissement tardif suffisamment fermé. Il ne peut cependant être complètement supprimé.

Une solution intéressante paraît être de reprendre les labours d'enfouissement peu après leur exécution. On peut utiliser pour cela la patte d'oie, la herse ou la houe rotative; les meilleurs résultats sont obtenus avec ce dernier instrument qui n'émiette pas le sol mais le réduit en agrégats. Le terrain étant encore humide, le travail de nivellement et de fermeture du labour opéré par ces instruments est beaucoup plus efficace qu'en fin de saison sèche. L'examen des profils culturaux montre que l'humidité est conservée près de la surface et que la décomposition de la matière végétale s'effectue de façon satisfaisante, si l'opération est bien faite. Le terrain reste très propre jusqu'à la fin de la saison sèche et on peut envisager de supprimer toute nouvelle intervention avant le semis. Dans certain cas, cependant, on ne peut éviter quelques repousses de se produire : sorgho profitant de l'humidité conservée à faible profondeur; Centaurea Perottetii sur les terrains les plus sableux. Ces repousses ne sont cependant jamais abondantes et il est facile et rapide de s'en débarrasser par une intervention nouvelle. Cette reprise précoce présente cependant un risque, celui de favoriser l'érosion et le glaçage du sol en cas de pluie. Ce risque est faible si l'on opère une dizaine de jours après le labour, lui-même réalisé assez tardivement. Il ne peut cependant être complètement supprimé.

37. Interaction entre labours et engrais minéral

On distinguera le cas des labours ordinaires et celui des labours d'enfouissement.

371. Interaction entre labours et engrais minéral dans le cas des labours ordinaires

Deux catégories d'interactions sont à considérer suivant que l'on étudie la différence d'action, sur témoin non travaillé et sur labour :

- de fumures minérales complètes, à des doses différentes
- d'éléments minéraux isolés.

371.1. Interaction entre labours et fumures minérales complètes

Une trentaine d'essais, implantés tant au Sénégal qu'au Niger et en Haute Volta permettent l'étude de ces interactions. Deux ou trois traitements de fumure minérale sont combinés avec plusieurs traitements de façon préparatoire. Parmi ces derniers on n'a retenu que le témoin sans travail et le traitement avec labour (ou moyenne des labours).

Les traitements de fumure minérale sont les suivants :

- F0 : Pas de fumure
- F1 : Fumure légère (100 à 150 kg/ha d'engrais)
- F2 : Fumure forte (300 à 400 kg/ha d'engrais).

Les équilibres de fumure sont variables suivant les plantes et les emplacements; ils sont habituellement à dominante azotée ou phospho-azotée sur céréale, dominante phosphatée ou phospho-potassique sur arachide. Ces équilibres peuvent également varier d'un niveau à l'autre, entre F1 et F2. Les regroupements en trois catégories de traitements aussi variables présente donc un caractère un peu arbitraire. Nous n'avons pas hésité, cependant à l'effectuer, de façon à donner une idée globale des différences d'action de ces fumures en fonction du travail du sol. Les résultats complets de ces essais ont été rassemblés dans le tableau n° IV-115 en annexe. Les effets de la fumure minérale sont testés sur trois cultures : mil, sorgho, arachide. A l'examen du tableau, on note que si les effets de la fumure minérale sont presque toujours positifs et, en moyenne, assez élevés, les interactions entre travail du sol et fumure minérale sont variables et, dans l'ensemble faibles. Il y a d'ailleurs, sur ces 28 essais, pas un seul cas d'interaction statistiquement significatif (1). Les valeurs moyennes des effets de la fumure et des interactions ont été calculées pour les différentes cultures et figurent dans le tableau ci-dessous.

(1) Sauf un essai sur mil à Tarna (Niger) en 1968, mais où le calcul de l'interaction intègre d'autres traitements de travail du sol que le labour.(64)

Tableau n° IV-62

Valeurs moyennes des interactions entre fumures minérales et labours sur différentes cultures : Résultats d'essais

Nature de la culture	Fumure légère					Fumure forte				
	Nombre d'		Effets moyens kg/ha		Valeurs moyenne de l'interact. kg/ha	Nombre d'		Effets moyens kg/ha		Valeur moyenne de l'interact. kg/ha
	Essais	Interactions positives	Sur témoin	Sur labour		Essais	Interactions positives	Sur témoin	Sur labour	
Mil	5	4	+ 344	+ 412	+ 34	1	1	+ 390	+ 395	+ 3
Sorgho	9	6	+ 444	+ 540	+ 48	7	4	+ 933	+ 1097	+ 82
Arachide	14	4	+ 263	+ 168	- 48	9	4	+ 361	+ 319	- 21

Au vu de ces résultats, on peut estimer que, dans l'ensemble, il n'y a pas de différence d'action de fumures minérales complètes à doses faible ou forte, sur témoin non travaillé et sur labour.

Le vaste ensemble constitué par les champs de prévulgarisation au Sénégal nous fournit aussi de nombreuses informations sur les interactions de ce type. Les résultats disponibles concernent surtout les céréales sur lesquelles ont été appliquées en premier la technique du labour de préparation.

Tableau n° IV-63

Valeurs moyennes des interactions entre fumures minérales et labours sur différentes cultures : Champs de prévulgarisation du Sénégal

Culture	Localisation	Nbre de résultats	Fumure légère				Fumure forte			
			Nbre d'interac. posit.	Effet moyen kg/ha		Valeur moyenne de l'interact. kg/ha	Nbre d'interac. posit.	Effet moyen kg/ha		Valeur moyenne de l'interact. kg/ha
				Témoin	Labour			Témoin	Labour	
Sorgho	Bambey	5	2	+ 292	+ 403	+ 55	3	+ 744	+ 841	+ 44
	S.Saloum	10	7	+ 600	+ 735	+ 67	3	+ 1136	+ 1094	- 21
	Sénégal oriental	12	7	+ 530	+ 691	+ 81	10	+ 1125	+ 1541	+ 208
	Moyenne pondérée	27	16	+ 512	+ 654	+ 71	16	+ 1059	+ 1246	+ 93
Mil	Casamance	5	2	+ 402	+ 299	- 51	2	+ 1068	+ 884	- 92
Maïs	S.Orient	3	1	+ 403	+ 116	- 143	2	+ 999	+ 1339	+ 170
Cotonnier	Sénégal oriental	1	-	+ 95	+ 14	- 40	1	+ 797	+ 893	+ 48

On peut observer tout d'abord que les effets des fumures minérales sont en moyenne plus élevés que sur les essais. Il en est de même des interactions en majorité positives.

Ces interactions semblent varier :

- en fonction de la fumure. Elles sont plus accusées en fumure forte qu'en fumure faible
- en fonction de la culture : elles sont plus marquées sur sorgho et maïs
- en fonction de la zone écologique : elles sont les plus importantes au Sénégal oriental.

Sur le sorgho par exemple, en fumure forte, on obtient globalement + 93 kg/ha avec 16 résultats au lieu de + 82 kg avec 11 résultats d'essais, mais au Sénégal oriental l'interaction atteint 208 kg/ha.

La conclusion précédente concernant les essais doit être nuancée en fonction de ces résultats.

371 2. Interaction entre labours et éléments minéraux isolés

Les effets simples ou associés des éléments S.P.K. combinés à deux modalités de labour sont étudiés à Bambey dans le cadre d'une rotation avec arachide continue (82). En cinq ans d'essais les seules interactions singificatives qui soient apparues sont celles observées en 1967 et 1968 entre les labours réalisés l'année précédente et l'apport de potassium. Ces interactions sont positives; elles sont toutefois assez faibles.

Par ailleurs deux essais ont été mis en place par POULAIN et TOURTE (85) à Bambey pour étudier spécialement les intéractions éventuelles entre profondeur de travail du sol et doses d'engrais azotés sur céréales. Ces deux essais ont été installés l'un en sol Dior, l'autre en sol Dek et oultivés alternativement en mil et sorgho de 1966 à 1968. Certains de leurs résultats ont déjà été mentionnés plus haut (IV-351 3). Rappelons que les traitements de préparation du sol étaient les suivants :

- P1 : Préparation à l'iler, grattage superficiel
- P2 : Sous-solage à 30-40cm en sec + Labour à la charrue trisoc à 20 cm + Passage de la houe rotative
- P3 : Sous-solage à 60-80cm en sec + Labour à la charrue trisoc à 40 cm + Passage de la houe rotative.

Les traitements de fertilisation minérale étaient :

T	:	Témoin absolu, sans engrais					
NO	:	Fumure PKS optimum	+	Oligoéléments	+	0 kg/ha	N
N1	:	" "	+	"	+	50 "	N
N2	:	" "	+	"	+	100 "	N
N3	:	" "	+	"	+	150 "	N

En 1966 les deux essais étaient cultivés en mil et aucune interaction entre modes de préparation du sol et doses d'azote ne s'est manifestée.

En 1967 le sorgho fut cultivé sur les deux essais, la variété utilisée en sol Dior fut le CE-62. Sur ce dernier essai on observa des réponses à l'engrais azoté très différentes suivant les traitements de préparation du sol. Les résultats furent en effet les suivants (Tableau n° IV-64)

Tableau n° IV-64

Réponses différentes du sorgho à l'azote, en sol Dior suivant les modalités de préparation du sol (grains, kg/ha)

Traitement	PKS + oligo éléments	N kg/ha	Travail du sol: Témoin non travaillé P1	Sous-solage + labour 20 cm P2	Sous-solage + labour 40 cm P3
T	Non	0	202	390	1090
N 0	Oui	0	349	543	1216
N 1	Oui	50	427	602	1202
N 2	Oui	100	426	1194	1585
N 3	Oui	150	410	1387	1753

On constate ici une interaction importante et statistiquement significative entre engrais minéral et modes de préparation du sol puisque, en l'absence de travail du sol, l'azote n'a pratiquement pas marqué (61 kg/ha de grain pour 150 kg/ha d'azote); par contre avec sous-solage et labour à moyenne profondeur, 150 kg/ha d'azote procurent un gain de 844 kg/ha de grains; le gain n'est plus que de 537 kg/ha pour le sous-solage et le labour profonds, le niveau de production du témoin sans azote étant nettement plus élevé.

Un autre enseignement de cet essai est de montrer que la culture du sorgho habituellement très aléatoire sur sol sableux, est rendue possible grâce à la combinaison d'un travail profond du sol et d'une fumure minérale, particulièrement azotée, suffisante. Ceci n'est cependant valable que pour certaines variétés de sorgho.

Etant donnés les résultats obtenus dans les champs de prévulgarisation qui représentent un ensemble à la fois plus important et plus homogène que celui des essais, résultats obtenus aussi bien sur labour de préparation que sur labour d'enfouissement, il semble bien exister des interactions labour x engrais minéral surtout sensibles sur les cultures céréalières pratiquées dans l'Est et le Sud du Sénégal.

372 12. Interactions entre phosphate naturel et fumure verte

L'intérêt de l'utilisation de phosphates naturels a été mis en évidence dès 1950 par BOUYER (12) au Sénégal. Depuis lors de nombreuses études ont été poursuivies pour préciser les conditions d'utilisation de ces phosphates. On a cherché en particulier à voir si leur effet n'était pas accru par l'incorporation au sol, au moment de l'enfouissement de matière verte.

Les résultats qui viennent d'être mentionnés concernant les effets de la fumure forte fournissent déjà une première réponse à cette question puisque deux de ces essais et la totalité des champs de prévulgarisation utilisent comme fumure forte la fumure "étalée" où le phosphore est apporté exclusivement sous forme de phosphate naturel, les interactions sont souvent positives et variables en fonction de la culture et de la pluviométrie.

D'autres essais ont été mis en place spécialement pour étudier ce problème des phosphates naturels et de la sole de régénération. Il s'agit des essais :

- "P54" implantés à Katibougou (Mali) et Sinthiou Malème (Sénégal)
- "P55" de Bambey et Nioro (Sénégal) et Saria (Haute-Volta)
- "Régénération x Phosphates" de Boulel.

Les essais "P54" combinent trois doses de phosphates tricalciques, trois formes de régénération et trois compléments minéraux. TOURTE, FAUCHE et BOUYER (95) analysant les résultats de la première rotation signalent deux interactions significatives entre formes de régénération et compléments minéraux, mais aucune entre formes de régénération et phosphates. Au cours de la seconde rotation, aucune interaction significative n'est apparue.

Les essais "P55" étudient les combinaisons des facteurs suivants :

- 2 natures de phosphates : phosphate tricalcique (Baylifos) et phosphate d'alumine (Phosphal)

- 3 doses de phosphates : 0 , 500, et 1000 kg/ha appliqués en tête de rotation sur la sole de régénération

- 3 formes de régénération : Jachère simple brûlée, jachère enfouie, mil engrais vert

- 3 types de compléments minéraux à Bambey et Nioro, 2 types à Saria.

TOURTE, FAUCHE et BOUYER (95) analysant les résultats partiels de la première rotation, font ressortir à Saria, sur l'arachide de 1956, une interaction significative : formes de régénération × nature du phospahte × compléments NK.

Les résultats sont les suivants (tableau n° IV-69)

Tableau n° IV-69

Interactions entre formes de régénération, phosphates naturels et compléments minéraux sur Arachide à Saria (Haute-Volta)

Formes de régénération	Sans complément NK		Avec complément NK	
	Phosphal	Baylifos	Phosphal	Baylifos
Jachère simple	1316	1478	1768	1753
Jachère enfouie	1485++	1502	1810	1918++
Engrais vert	1600+++	1600+	1849	1815

La comparaison statistique est faite dans chaque colonne verticale par rapport au témoin jachère simple. On constate donc ici une influence favorable de la fumure verte sur l'action du phosphate en présence ou non de complément minéral et quelle que soit la nature du phosphate.

Les résultats de l'essai de Saria postérieurs à 1957 ne nous sont pas connus. Les essais de Bambey et de Nioro sont poursuivis jusqu'à la fin de la deuxième rotation (1962): aucune interaction entre phosphates et formes de régénération n'a été signalée dans les comptes rendus.

Dans les essais "Régénération × Phosphates" de Boulel, POULAIN et MARA (83) combinent factoriellement les traitements suivants :

- 4 soles de régénération : Jachère simple non enfouie
  Jachère enfouie
  Engrais vert enfoui
  Engrais vert coupé et exporté
  (+ labour)

- 4 modes d'apport du phosphate tricalcique à la dose de 500kg/ha:
  - Au semis de l'engrais vert ou au démarrage de la jachère
  - A l'enfouissement de la jachère ou de l'engrais vert
  - Avant préparation légère de la 1ère arachide, en couverture
  - Aucun apport de phosphate.

La rotation suivie est la rotation quadriennale : Régénération-Arachide-Sorgho-Arachide. L'essai est en série et les résultats sont encore incomplets. Il y a quatre résultats annuels pour la première arachide, 3 pour le sorgho, 2 pour la deuxième arachide. On fournira cependant ces résultats sous une forme simplifiée(1) dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° IV-70

Effets comparés du phosphate naturel sur jachère brûlée et sur fumure verte

	1ère Arachide			Sorgho			2ème Arachide		
	Gousses kg/ha		Effet P kg/ha	Grains kg/ha		Effet P kg/ha	Gousses kg/ha		Effet P kg/ha
	Sans P	Avec P		Sans P	Avec P		Sans P	Avec P	
Jachère simple	1619	1651	+ 32	1365	1689	+ 324	1243	1340	+ 97
Fumure verte (Moyenne 3 traitements	1713	1815	+ 102	1392	1894	+ 502	1236	1359	+ 123

On constate que l'action du phosphate est faible sur arachide alors qu'elle est importante sur sorgho. D'autre part son effet est plus marqué en présence de fumure verte. Cette interaction faible sur la première arachide est notable sur sorgho.

C'est par une autre méthode, faisant intervenir les éléments marqués (32P) que JACQUINOT (50) étudie ce problème et l'interaction entre enfouissement de matière verte et phosphate tricalcique.

Mettant en concurrence deux types de sol, un phosphate bicalcique marqué et un phosphate tricalcique enfoui ou non il observe, entre autres, que l'apport de tricalcique en couverture ne modifie pas l'absorption de l'engrais marqué apporté l'année suivante sur arachide; par contre l'enfouissement de la même dose de tricalcique a pour conséquence une diminution de l'absorption du phosphate bicalcique et ceci dans la proportion de 30 à 45%. Dans les deux cas le niveau de phosphore total dans la plante est sensiblement le même.

(1) Omission de la modalité d'apport du phosphate en couverture puisqu'il n'y a pas d'enfouissement; moyenne des deux premières modalités d'apport.

Tableau n° IV-71

Effets comparés, en valeurs relatives, de l'engra is minéral en fonction de la durée de la sole de régénération

Durée de la sole de régénération	Forme de régénération	Doses d'engrais minéral		
		F0	F1	F2
1 an	Jachère brulée	100	115	126
	Fumure verte	105	129	142
3 ans	Jachère brûlée	100	115	126
	Fumure verte	87	106	112

L'essai "dose d'engrais vert × doses d'engrais minéral" a été implanté en 1952 à Bambey et réalisé par TOURTE et FAUCHE. Les principaux résultats obtenus ont été publiés par SYLVESTRE (91).

L'essai compare trois rotations, différant par la durée de la sole de régénération :

- Engrais vert-Arachide-Sorgho
- Engrais vert-Engrais vert-Arachide-Sorgho
- Engrais vert-Engrais vert-Engrais vert-Arachide-Sorgho.

Sur chaque rotation on compare 5 doses d'engrais minéral. Les équilibres choisis sont : 6-20-10 pour l'arachide et 14-7-7 pour le sorgho. Les doses sont de 0, 75, 150, 300 et 600 kg/ha. Le dispositif expérimental est celui des carrés latins. L'engrais vert choisi est le mil en 1952 et 1953, le sorgho à partir de 1954.

De même que pour l'essai précédent, on peut examiner, d'une année sur l'autre les réponses à l'engrais minéral sur les différentes rotations en exprimant les rendement en valeurs relatives par rapport au témoin sans engrais. Les résultats figurent dans le tableau n° IV-72.

D'après ces résultats, il n'apparaît pas que la répétition, dans le temps, de l'engrais vert modifie les réponses à l'engrais minéral. SYLVESTRE (91) note que la répétition des cultures d'engrais vert provoque en l'absence de fumure minérale une augmentation croissante de rendements et une augmentation croissante de la rentabilité en fonction des doses apportées. L'essai n'étant pas en série, il est difficile d'être aussi affirmatif, les variations de rendements indiquées pouvant aussi bien être attribuées à "l'effet année".

Tableau n° IV-72

Réponses à l'engrais minéral en fonction de différentes durées de la sole de régénération

Nature de la culture	Répétition de l'engrais vert dans le temps	Date de la culture	Rendements du témoin sans engrais kg/ha	Rendements indiciaires en fonction des doses d'engrais kg/ha				
				0	75	150	300	600
Arachide	1 an	1953	1203	100	108	114	114	122
	1 an	1956	1320	100	118	113	117	119
	1 an	1958	890	100	107	109	96	103
	2 ans	1954 (1)	573	100	103	116	120	117
	3 ans	1955	773	100	110	120	131	152
Sorgho	1 an	1954	430	100	138	153	200	310
	1 an	1957	440	100	120	145	250	230
	2 ans	1955	579	100	136	172	229	306
	3 ans	1956	869	100	126	155	200	263

Au vu de ces résultats, il n'apparaît donc pas, jusqu'à présent, d'interaction entre la durée de la sole de régénération, son mode de traitement (enfouissement ou brûlis) et les apports d'engrais minéraux.

Rappelons que, pour la jachère non enfouie, les interactions entre la durée de la jachère et les apports d'engrais minéraux ont été traités dans une précédente partie (III, 422 121).

372 3 Interaction entre la nature de la plante enfouie et la dose d'engrais minéral.

Seuls les essais "Jachère-Engrais vert × Doses d'engrais minéral" implantés en 1955 à Bambey et Séfa permettent d'étudier ces interactions. Sur l'essai de Bambey il n'apparaît aucune différence significative de réponse à l'engrais en fonction de la plante enfouie: Jachère, légumineuse ou céréale. Sur l'essai de Séfa, les réponses à l'engrais minéral sont très comparables après enfouissement de céréales ou de légumineuses; elles sont un peu différentes après jachère enfouie, mais variables d'une année sur l'autre : il ne paraît pas y avoir de variation systématique. Là encore les interaction semblent donc peu importantes.

(1) En 1954 une attaque de "rosette" sur arachide a perturbé les résultats de l'essai.

372 4. Interactions entre doses de matière verte et doses d'engrais minéral.

Les essais "Structure-Humus" de Thiénaba et Boulel (81) précédemment mentionnés (IV, 3253) comportent, entre autres traitements de la sole de régénération, les traitements suivants :

a) Mil engrais vert coupé et exporté, enfouissement du plateau de tallage

b) Mil engrais vert normal

c) Mil engrais vert avec apport supplémentaire de matière verte de telle sorte que la quantité totale de matière verte enfouie soit le double de celle du traitement précédent.

Au cours de la première rotation chaque traitement a été subdivisé : avec ou sans engrais. L'engrais est apporté sous forme de fumure forte "étalée" après phosphatage de fond sur la sole de régénération.

La décomposition en degrés de liberté simples orthogonaux permet d'opposer le traitement a) aux traitements b) et c) (rôle de la matière verte dans le mil engrais vert) et le traitement c) au traitement b) (effet d'un supplément de matière verte) et de calculer les interactions : traitements × engrais.

Ce calcul, qui a été fait pour les trois cultures d'une rotation quadriennale sur les deux essais, montre que ces interactions sont faibles, variables suivant les années et les cultures (tantôt positives, tantôt négatives) et qu'elles ne sont jamais significatives.

Des conclusions analogues sont tirées d'un essai installé par l'IRHO à Darou (49).

L'existence d'interaction entre doses de matière verte enfouie et doses d'engrais minéraux n'a donc pas, jusqu'à présent, été prouvée.

4. TRAVAUX DE PREPARATION DU SOL AUTRES QUE LE LABOUR

On distinguera ici trois types de travaux :

- le "pseudo-labour" correspondant à des travaux effectués à une profondeur inférieure ou égale à celles des labours, sans qu'il ait retournement du sol;

- la combinaison de pseudo-labours et de labours
- le sous-solage profond.

41. Les pseudo-labours

Les appareils utilisés pour les pseudo-labours peuvent se ranger dans deux grandes catégories :

- les appareils à dents : scarificateurs à dents souples ou rigides, dents "sous-soleuses" type "Gouvy" ou "Chisel", tiller, etc...

- les appareils à disques : cover-crop, pulvérisateurs...

Ces derniers sont largement utilisés en culture motorisée, mais non en culture attelée car il existe fort peu de modèles adaptés à ce mode de culture.

Dans les expérimentations réalisées en Afrique de l'Ouest et utilisant la traction animale, seuls les appareils à dents ont été étudiés, en comparaison avec la charrue à soc. Parmi les appareils à dents, on distinguera deux types principaux :

- les houes ou scarificateurs à dents souples ou rigides, utilisés pour les travaux de sarclo-binages et travaillant assez superficiellement

- les appareils à dents "sous-soleuses" rigides type "Gouvy" ou "Chisel" pouvant travailler le sol sur une profondeur comparable à celle du labour.

Les travaux peuvent être réalisés en sec ou en humide.

Pour le travail en sec à la houe, ce sont habituellement les dents souples de canadien qui sont utilisées. Les forces de traction sont modérées mais le travail reste très superficiel; bien souvent la dent ne fait que remuer le sable pulvérulent en surface sans pénétrer dans l'horizon à structure massive.

En humide, le travail à la houe peut être sensiblement plus profond, (jusqu'à 10 à 15cm). L'instrument de choix paraît être le soc sarcleur "patte d'oie" large (250 à 300mm) monté sur étançon rigide. C'est cet instrument qui a été utilisé pour le pseudo-labour en humide dans la plupart des essais réalisés au Sénégal.

Les résultats précédents montrent, dans l'ensemble, une légère supériorité de la houe sur la dent sous-soleuse. Comme d'autre part la houe requiert des forces de traction beaucoup moins élevées, on peut donc recommander son emploi en préparation des terres, partout où le labour n'est pas possible. On donnera, dans ce cas, la préférence à la préparation en humide avec le soc "patte d'oie" large, monté sur étançon rigide.

Les expérimentations sur l'utilisation de dents sous-soleuses de divers types, en particulier du type "Chisel", se poursuivent. Il se peut que les nouveaux résultats obtenus amènent à nuancer les conclusions précédemment énoncées concernant les effets des dents sous-soleuses.

42. Combinaison de pseudo-labours et de labours

Sur les sols peu perméables, il peut être intéressant de faire précéder le labour par un travail à la dent en sec, améliorant l'infiltration des premières pluies et facilitant ensuite la réalisation du labour.

Cette technique a été testée à Kawara, au Niger, sur des sols sablo-limoneux à caractères physiques défectueux et à perméabilité faible, qui sont habituellement incultes (61). Plusieurs traitements de préparation du sol étaient en comparaison :

- Témoin sans travail : façons traditionnelles

- Pseudo-labour en fin de saison sèche, réalisé en 1965 et 1966 avec le multiculteur "Arara" équipé d'une piocheuse (pointe Diamant) à 25 cm de profondeur tous les 30cm; en 1967 et 1968 le sous-solage a été remplacé par un scarifiage à la houe "Manga"

- Labour en humide (peu profond)

- Pseudo-labour en sec (même traitements que plus haut) + labour en humide.

Les résultats sont présentés dans le tableau n° IV-76.

Les rendements, déjà normalement faibles sur ce type de sol, ont été encore compromis par des insuffisances de pluie en 1965 et 1968.

Quoiqu'il en soit, on note un effet léger du pseudo-labour en sec et un effet sensible du labour en humide sur les différentes cultures. La combinaison de ces deux techniques n'amène pas de supplément de rendement par rapport au labour en humide.

A Saria, en Haute Volta, on a testé en 1964, sur sorgho la combinaison d'un labour de début d'hivernage et d'un sous-solage réalisé à la même époque. Cette technique ne se révèle pas supérieure à celle du labour seul (32).

Tableau n° IV-76

Effets simples et combinés du pseudo-labour et du labour sur sol sablo-limoneux inculte du Niger (61)

Traitements \ Années	1965	1966	1967	1968
Cultures	Sorgho kg/ha	Arachide kg/ha	Arachide kg/ha	Mil hâtif kg/ha
Témoin	118	348	983	50
Pseudo-labour en sec	230	517	1075	92
Labour en humide	453	962	1501	161
Pseudo-labour en sec + Labour en humide	375	847	1452	221

Les résultats étant très peu nombreux, il est difficile de vouloir tirer une conclusion dans ce domaine. Il serait intéressant de poursuivre, sur terrains peu perméables, l'étude de la combinaison : pseudo-labour en sec + labour en humide.

43. Le sous-solage profond

Si le terme sous-solage a été utilisé précédemment c'était dans le sens d'un travail modérément profond (15 à 20 cm) réalisé en culture attelée par des dents de faible largeur.

A partir de maintenant on donnera au mot "sous-solage" son acception habituelle : travail profond (40 à 60cm) sans retournement réalisé par un outil puissant et nécessitant des forces de tractions très élevées (en pratique : traction motorisée).

Quelques essais de sous-solage profond ont été réalisés à Bambey, sans qu'il y ait jamais eu comparaison avec d'autres travaux du sol et, en particulier, avec le labour.

BOUFFIL, TOURTE et PELISSIER (11) obtiennent dès 1950, après sous-solage réalisé en sec à 40cm de profondeur, des plus values significatives de 41,7% sur arachide et 33,5% sur prairie naturelle.

Par la suite cette technique fut utilisée en grande culture, principalement pour améliorer le drainage dans les bas-fonds à sols plus argileux. Les sous-solages furent réalisés en sec et améliorèrent effectivement le drainage pendant la saison des pluies qui suivit leur réalisation.

Leur efficacité ne se fit pas sentir au delà. En 1965, DEFFONTAINES (28) observe en fin de saison des pluies un profil cultural en sol sablo-argileux ("Dek Dior") ayant subi un sous-solage au cours de la saison sèche précédente. Il retrouve à 80 cm les passages de la sous-soleuse, signalée par un ameublissement un peu plus poussé qu'ailleurs et par la présence d'agrégats grossiers à tendance polyédrique, peu cohérents. La trace du passage disparaît dans les 20 centimètres superficiels. Les racines de mil n'ont pas pénétré dans les zones améliorées de profondeur par suite du compactage en surface. Celui-ci a peut-être été causé par un émiettement trop poussé, lors de la reprise du sous-solage. Il est possible qu'un sous-solage moins profond, laissant des mottes moins importantes et autorisant une reprise plus légère eût été en fin de compte plus bénéfique pour la végétation.

En 1966 et 1967, POULAIN et TOURTE (85) réalisent en sol Dior et sol Dek des sous-solages à différentes profondeurs combinés à des labours. Ils notent qu'en sol Dior (très sableux) les traces du sous-solage ne sont plus visibles après une saison des pluies, alors qu'en sol Dek (plus argileux) leur marque est encore très visible sur le profil après deux saisons des pluies.

A Ferkessédougou, en Côte d'Ivoire, sur sol ferrallitique gravillonnaire, des traitements de sous-solage à différents écartements et combinés ou non avec un labour ont été testés en 1967 et 1968 par des cultures de riz et de maïs (86). Les examens de profils culturaux effectués en fin de saison révèlent une conservation irrégulière de l'action du sous-solage sur le sol; dans la moitié des profils observés, aucune trace de passage n'était visible. L'influence sur l'enracinement ne s'observait que lorsque les traces du sous-solage étaient encore visibles sur le sol (4).

Les effets du sous-solage sur les rendements du riz et du maïs ont été les suivants (tableau n° IV-77)

Tableau n° IV-77

Effets du sous-solage, combiné ou non à un labour, sur les rendements du riz et du maïs à Ferkessédougou (Qx/ha)

Traitements		Maïs 1967		Maïs 1968		Riz 1968	
		Daba	Labour	Daba	Labour	Daba	Labour
Pas de sous-solage		41,5	33,5	41,6	34,7	23,9	23,2
Ecartement 50 cm	Passage simple	41,7	37,5	40,9	47,8	26,7	19,4
	Passage croisé	41,5	34,8	47,8	35,4	25,3	14,2
Ecartement 100 cm	Passage simple	39,8	42,0	44,4	48,6	24,6	20,9
	Passage croisé	41,6	36,1	31,9	37,5	26,0	15,2

Ces effets sont, dans l'ensemble, peu importants. On remarque parfois un effet dépressif du labour sur sous-solage par rapport à la reprise à la daba, notamment sur riz pluvial[1].

En résumé, les essais systématiques de sous-solage profond sont trop peu nombreux, dans la zone étudiée, pour qu'on puisse en tirer une loi d'action générale. D'après les quelques résultats présentés, s'il semble à peu près certain que le sous-solage puisse avoir une action favorable sur le sol et la végétation, il apparaît également que cette action peut être variable suivant les situations. La durée d'action peut différer notablement d'un sol à l'autre; elle paraît assez éphémère dans la plupart des cas.

Cette technique onéreuse et nécessitant de puissants moyens de traction ne peut être, au stade actuel, envisagé que pour des cas particuliers.

(1) Cet effet dépressif de la combinaison sous-solage-labour n'a pas été observé dans des essais identiques mis en place dans les stations de Man et Bouaké, situées en Côte d'Ivoire, mais en dehors de notre zone d'étude.

5. LES AUTRES TRAVAUX DU SOL

En dehors de la préparation des terres en vue du semis, d'autres façons culturales peuvent contribuer à créer, conserver ou améliorer le profil cultural du sol. Ce sont essentiellement :

- les façons d'entretien
- les travaux de récolte.

51. Les façons d'entretien

Ce sont les sarclo-binages destinés, avant tout, à détruire les adventices et à protéger la culture contre la concurrence de l'herbe.

511. Les instruments

Ces travaux peuvent être réalisés avec deux types d'instruments (TOURTE, 1961) (93) :

- les machines travaillant en tous sens : herses sarcleuses à dents flexibles ("Weeder") et houes rotatives ("rotary-hoës");

- les machines travaillant en lignes : houes équipées de diverses pièces travaillantes (sarcleuse, bineuse, butteuse).

Les appareils entrant dans la première catégorie sont utilisés aussitôt après le semis et détruisent les mauvaises herbes dès leur germination. Leur rôle dans la lutte contre l'herbe est très efficace mais leur action sur le sol est pratiquement nulle car leur travail est superficiel.

Les houes équipées de pièces sarcleuses ou bineuses, peuvent travailler le sol à plus grande profondeur dans les interlignes des cultures. Trois ou quatre sarclo-binages sont indispensables au cours d'une saison, pour détruire les adventices. Les derniers binages doivent être réalisés manuellement, à cause du développement végétatif des cultures qui n'autorise plus le passage des machines.

512. Sarclage et binage

Dans l'effet bénéfique des façons d'entretien sur les cultures, il est difficile de faire la part du sarclage (destruction des adventices) et du binage (travail du sol). Le sarclage a naturellement un rôle primordial, mais on peut envisager de supprimer cette opération et de la remplacer par un désherbage chimique. L'étude des herbicides, particulièrement en culture arachidière et rizicole, est en cours, mais on se heurte ici au problème économique, la rentabilité de tels traitements étant difficilement assurée au stade actuel de l'agriculture de ces pays.

Cette observation isolée demanderait à être confirmée par des profils culturaux et des mesures de densités racinaires effectuées systématiquement avant et après le passage des instruments.

NICOU dans les essais "Conservation du profil" (70) conduits entre 1965 et 1968 à Bambey, a comparé en particulier, l'action d'un entretien superficiel effectué avec des pattes d'oies travaillant à 3-4 cm de profondeur, à celle d'un entretien profond réalisé avec des dents sous-soleuses rigides type Gouvy. Les résultats obtenus sur les cultures de la rotation Engrais vert-Arachide-Mil-Arachide ont été les suivants :

Tableau n° IV-78

Effets comparés d'un entretien superficiel et d'un entretien profond sur les cultures de la rotation Engrais vert-Arachide-Mil - arachide

Culture	Nombre d'années de résultats	Entretien superficiel	Entretien profond
Arachide kg/ha	3	1059	1050
Mil kg/ha	2	1160	1140

Ces quelques données semblent donc montrer, qu'en sol sableux, sarclage et binage n'ont pas de répercussions différentes sur les rendements. Le problème demande cependant à être approfondi compte tenu des nouvelles cultures introduites dans les rotations (cotonnier, maïs, riz pluvial).

A Tarna (Niger) en 1968, NABOS et HUBERT DE FRAISSE (66), dans un essai "façons préparatoires x façons d'entretien," ont mis en évidence sur arachide un effet dépressif des façons d'entretien trop souvent répétées.

Avec 2 sarclages, on obtient 1929 kg/ha
Avec 4 sarclages, on obtient 1812 kg/ha.

De plus la répétition des sarclages atténue les effets du travail du sol (qui passe de + 14% avec deux sarclages à + 6% avec quatre sarclages) et de la fumure (qui passe de + 20% à + 7%).

Par contre la même année dans un autre essai "façons d'entretien sur arachide" ils ne trouvent aucune différence entre 2, 4 et 6 binages effectués à la houe Manga.

En 1969 il y a équivalence entre un, deux et trois binages.

Ces résultats obtenus en sol sableux et sous faible pluviométrie mettent en évidence la nécessité de limiter le nombre des interventions.

Il est certain que sous une pluviométrie plus abondante, le problème paraît différent et serait à étudier. La concurrence de l'herbe devient en effet un des facteurs limitants principaux du rendement (problème du riz pluvial dans l'Est et le Sud du Sénégal).

513. Le buttage

Le buttage est aussi une opération d'entretien. Il peut être réalisé à la main au moment du binage en rejetant la terre de l'interligne aux pieds de la plante cultivée, ou à l'aide d'un corps butteur.

Sur cotonnier le buttage est réalisé aux environs du 40è jour c'est-à-dire en début de floraison. Les résultats obtenus par l'IRCT montrent qu'il s'agit là d'une opération indispensable bien que l'on n'explique pas complètement ses effets. On en est souvent réduit aux hypothèses.

- Effet sanitaire empêchant les pourritures à la base : ce serait le plus vraisemblable

- Meilleur emmagasinement de l'eau en fin de saison des pluies; il est facilité par le cloisonnement des billons.

- Arrêt de l'érosion, à condition que la pente soit faible et que le buttage soit fait dans le sens des courbes de niveau.

- Contrôle des adventices supérieur à celui obtenu avec le sarclage à plat.

- Verse évitée sur certaines variétés sensibles comme B.J.A.

Pour le maïs, on considère que c'est une opération intéressante mais non indispensable:

- C'est un moyen économique et rapide de lutte contre les mauvaises herbes. Le maïs a en effet une croissance végétative rapide qui ne permet pas de biner très longtemps en double interligne avec les instruments habituellement utilisés en culture attelée bovine pour le sorgho et le mil. On ne peut donc intervenir que sur un seul interligne à la fois et le buttage assure un meilleur contrôle de l'herbe.

- Il permet de rechausser les plants et d'éviter la verse.

Un seul résultat a été obtenu par BIRIE-HABAS et THIROUIN en 1965 à Séfa (5).

- Culture à plat : 2830 kg/ha
- Buttage mécanique progressif : 3018 kg/ha.

La différence bien que non significative note une certaine tendance en faveur du buttage, ce qui traduit bien les impressions précédentes.

52. Les travaux de récolte

La récolte des céréales et du niébé ne donne lieu à aucun travail du sol. Par contre la récolte des gousses d'arachide nécessite un arrachage préalable. En culture manuelle on sectionne le pivôt, à l'iler ou à la daba, à quelques centimètres au-dessous du "plateau" formé par l'ensemble des gousses et on retourne le pied. Le travail du sol est donc limité et localisé. En culture attelée, on passe sous la ligne d'arachides une lame souleveuse de 350 mm de large à 4 ou 5 cm de profondeur. Cette opération effectuée le plus souvent en sol sec, nécessite une force de traction assez grande; 50 à 60 kg en sol Dior, 80 à 100 kg en sol Dek (LE MOIGNE, 1966) et exige donc la traction bovine. Après la récolte les traces du passage de la lame souleveuse restent nettement visibles sur le profil cultural pendant toute la saison sèche. Sur 4 à 5 cm de profondeur le sol est nettement plus meuble mais présente souvent un aspect hétérogène; mélange de petites mottes, de terre pulvérulente et d'éclats à structure lamellaire. L'intérêt pour le sol, de cette opération culturale paraît donc assez réduit.

La récolte de l'arachide est souvent suivie, en culture traditionnelle, d'un glanage pour ramasser les gousses restant en terre. Ce glanage produit une pulvérisation poussée du sol en surface qui favorise grandement le développement de l'érosion éolienne en saison sèche. Il est frappant à cet égard, de comparer, un jour de grand vent, le comportement d'un champ ayant subi le glanage de l'arachide et celui d'un autre champ labouré en fin de saison des pluies (labour d'enfouissement ou labour de fin de cycle). Du premier champ s'élève un nuage de poussière, alors que les mottes du second résistent parfaitement à l'action érosive du vent. Cet exemple illustre très bien ce qui a été dit plus haut sur la distinction qu'il y a lieu de faire entre les notions de profondeur et d'intensité de travail du sol.

La destruction des billons consécutifs au buttage est une opération qui se situe après la récolte, c'est-à-dire en pleine saison sèche pour une culture à long cycle (cotonnier, sorghos actuels), en fin de saison des pluies pour une culture à court cycle (maïs).

Après une culture à long cycle, cotonnier par exemple, on élimine les résidus en les brulant, puis l'éclatement s'effectue en passant deux fois par billon avec une lame souleveuse d'arachide de 200 ou 350. Compte tenu de l'état de sécheresse du sol, on obtient alors de très grosses mottes qu'il faut briser par passages répétés de rotary hoe. Le sol est alors en général suffisamment fractionné pour être labouré (ce travail préalable est indispensable pour le labour). Mais si l'on désire semer directement, il est préférable d'attendre une pluie parasite pour terminer la préparation et avoir un bon lit de semences.

L'ensemble nécessite environ 30 heures de travail par hectare pour une paire de boeufs.

La destruction des billons en sec représente donc un véritable travail du sol. Il n'existe pas pour l'instant de résultats d'essais comparant labour et simple destruction des billons. Quelques résultats isolés obtenus en champ de prévulgarisation sur des céréales suivant une culture de cotonnier, semblent indiquer que l'on est en présence d'une forme de travail d'autant plus intéressante qu'elle est réalisée pendant la saison sèche, à une époque où il y a peu de travaux dans les champs.

Son gros inconvénient est qu'elle nécessite une force de traction importante, qu'elle est pénible et épuisante pour les boeufs à une période de l'année où la nourriture devient peu abondante. Il est nécessaire de ne pas dépasser quatre heures de travail par jour pour une telle opération.

Les cultures à court cycle comme le maïs étant en général récoltées alors que le sol est encore humide, la destruction des billons est très rapide. Il y a deux possibilités :

- Sortir les résidus de récolte pour les donner en nourriture au bétail ou en faire du fumier. On éclate ensuite les billons à la charrue et on laboure

- Laisser les pailles sur place et les enfouir directement par un labour. Dans ce cas il faut effacer ensuite la trace des billons par deux passages croisés de canadien, pas trop profond pour éviter de ressortir les pailles.

Dans les deux cas la destruction des billons aboutit à un labour de fin de cycle avec ou sans enfouissement de pailles.

6. CONCLUSION

Comme dans les pays tempérés, le travail profond du sol se révèle être, dans les zones tropicales sèches, le moyen le plus efficace pour créer le profil cultural. Le contraste est donc frappant entre l'insuffisance des facteurs biologiques, qui tout en jouant un rôle important dans la conservation du profil et le maintien de la fertilité, ne sont pas capables seuls d'améliorer les propriétés physiques du sol (cf. Chapitre III), et l'efficacité des facteurs mécaniques, associés ou non aux facteurs biologiques, qui modifient complètement, de manière plus ou moins durable, les principales caractéristiques du profil cultural.

Les conséquences agronomiques et économiques sont très importantes puisque l'intervention de ces facteurs mécaniques favorise la croissance végétale et entraîne des augmentations de rendements sensibles sur la plupart des cultures.

Les labours constituent les modalités de travail profond du sol les plus efficaces et les plus généralisables. Ils ont des incidences multiples et complexes sur les propriétés du sol.

Celles qui paraissent jouer le rôle le plus important et le plus général, sont celles qui ont trait aux modifications de structure et de porosité qualitative et quantitative. Ces caractéristiques influent directement sur l'enracinement des végétaux. Le labour entraîne donc de ce seul fait, une amélioration du système racinaire des végétaux, avec tout ce que cela comporte pour leur alimentation hydrique et minérale et donc les rendements agricoles.

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

Leur remanence d'action est très différente en fonction de la nature de la culture qui suit le labour d'enfouissement. Après une arachide les modifications apportées au profil cultural et à la structure sont très atténuées. Après une céréale au contraire le profil cultural est mieux conservé et les effets sur les rendements peuvent se poursuivre pendant deux ou trois ans.

Or dans les zones sahéliennes et sahélo-soudaniennes, les labours d'engrais vert ou de jachère constituent bien souvent, du fait de la courte durée de l'hivernage, les seules modalités possibles de travail profond du sol au cours de la rotation culturale.

(44) HENIN S., GRAS R., MONNIER G., 1969
Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques.
Masson et Cie, éd. 2ème éd., Paris.

(45) IRHO/Sénégal, 1956-66
Comptes rendus de l'essai Jachère 1bis sur sol beige à Darou.
IRHO/Sénégal, rapp. ann. d'act. Station de Darou.

(46) IRHO/Sénégal, 1960-66
Comptes rendus de l'essai "Jachère-Engrais vert-Couverture" à Darou
IRHO/Sénégal, rapp. ann. de campagne.

(47) IRHO/Sénégal, 1961-66
Comptes rendus de l'essai "Jachères-Engrais vert sur sol hydromorphe" à Darou
IRHO/Sénégal, rapp. ann. d'act., Station de Darou.

(48) IRHO/Sénégal, 1965-66
Comptes rendus de l'essai "Longueur optimum de jachère sur sol hydromorphe à Darou"
IRHO/Sénégal, rapp. ann. d'act. , Station de Darou.

(49) IRHO/Sénégal, 1966
Compte rendu de l'essai "Comparaison assolement" à Darou
IRHO/Sénégal, rapp. ann. , Station de Darou, 108-114.

(50) JACQUINOT L., 1964
Phosphatage de fond avec phosphate naturel.
L'Agron. trop. XIX, 12, 1033-1072

(51) JACQUINOT L., 1966
Utilisation de la valeur "L" dans l'étude du phosphate assimilable d'un sol
IRAT/Sénégal, doc. miméo. , 8 pages

(52) LE MOIGNE M., 1965
Problèmes de sarclo-binage au Sénégal
IRAT/Sénégal, doc. miméo., 6 pages

(53) LE MOIGNE M., 1965-66
Comptes rendus de travaux de préparation du sol
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la Div. du Machinisme agricole.

(54) LE MOIGNE M., 1966
Possibilité de travail en "sec" en culture attelée bovine
IRAT/Sénégal, doc. miméo., 7 pages

(55) LE MOIGNE M., 1967
Problèmes d'enfouissement de matière verte en traction animale au Sénégal
Actes du Coll. sur la Fert. des Sols trop., Tananarive (Madagascar). Nov. 1967; 144, II, 1774-79.

(56) MAERTENS C., 1964
Influence des propriétés physiques des sols sur le développement radiculaire et conséquences sur l'alimentation hydrique et azotée des cultures
Science du Sol, 2.

(57) MONNIER G., 1965
Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols
Ann. Agron., 16, 4, 327-400 et 16, 5, 471-534.

(58) MONNIER J., 1967
Problèmes pratiques posés par le labour d'enfouissement d'engrais vert en culture attelée bovine au Sénégal.
Actes du Coll. sur la Fert. des Sols trop. Tananarive (Mad.) Nov. 1967, 145, II, 1780-89.

(59) MONNIER J., 1970
Résultats de l'étude d'un modèle ou schéma d'exploitation valable pour le Sénégak oriental
IRAT/Sénégal, doc. miméo., 10 pages.

(60) MUNTZ A., FAURE L., LAINE E., 1905
Etude sur la perméabilité des terres, faite en vue de l'irrigation.
Ann. Dir. Hydraulique, Paris, 33-45

(61) NABOS J. et coll., 1965-68
Comptes rendus d'essais "Façons préparation de fin de saison sèche sur sols de banquettes incultes de la Maggia, à Kawara"
IRAT/Niger, rapp. d'act.

(62) NABOS J. et coll., 1968
Compte rendu d'essai "Mode de préparation en sol dunaire à Magaria"
IRAT/Niger, rapp. ann. d'act.

(63) NABOS J., HUBERT de FRAISSE C., 1964-1966
Comptes rendus d'un essai "Nature d'engrais vert et mode d'enfouissement" à Tarna
IRAT/Niger, rapp. ann. d'act.

(64) NABOS J., HUBERT de FRAISSE C., 1964-69
Comptes rendus des essais "Modalités de préparation du sol dunaire" à Tarna
IRAT/Niger, rapp. ann. d'act.

(65) NABOS J., HUBERT de FRAISSE C., 1967
Compte rendu d'un essai de façons préparatoires de début et de fin d'hivernage à Tarna.
IRAT/Niger, rapp. ann. d'act.

(66) NABOS J., HUBERT de FRAISSE C., 1967-68
Comptes rendus d'essais "Façons d'entretien sur arachide" à Tarna
IRAT/Niger, rapp. ann. d'act.

(67) NICOU R., 1962-69
Compte rendu des essais "Travail du sol x Fertilisation" de Bambey, Boulel et Nioro-du-Rip
IRAT/Sénégal, rapp. ann. Div. des Techniques culturales

(68) NICOU R., 1963 - 1966
Comptes rendus de l'essai "Régénération x Traitements" à Bambey (2ème rotation)
IRAT/Sénégal, rapp. ann. d'act., Div. des Tech. culturales

(69) NICOU R., 1965-68
Compte rendu des essais "Régénération du profil" de Louga, Bambey et Sinthiou Malème
IRAT/Sénégal; rapp. ann. de la Div. des Techn. culturales.

(70) NICOU R., 1965-68
Compte rendu des essais "Conservation du profil" de Bambey et Boulel
IRAT/Sénégal, rapp. ann., Div. des Techniques culturales.

(71) NICOU R., 1967-69
Compte rendu des essais "Mode de préparation ½ Dates de semis" de Nioro du Rip et Sinthiou malème
IRAT/Sénégal, rapp. ann. , Div. des Techniques culturales

(72) NICOU R., 1969
Action du labour sur la porosité
IRAT/Sénégal, rapp. ann. division des Techn. culturales

(73) NICOU R., SEGUY L., HADDAD G., 1970
Comparaison de l'enracinement de quatre variétés de riz pluvial en présence ou absence de travail du sol
IRAT/Sénégal, doc. miméo., 20 pages

(74) NICOU R., THIROUIN H., 1964-69
Comptes rendus des essais "Régénération du profil" de Séfa
IRAT/Sénégal; rapp. ann. Div. des Techn. culturales

(75) NICOU R., THIROUIN H., 1968
Mesures sur la porosité et l'enracinement. Premiers résultats
IRAT/Sénégal, doc. miméo., 52 pages

(76) NOURRISSAT P., 1965
Compte rendu d'essais de traction animale
IRAT/Sénégal, Div. des Etudes d'Agro-pastorales, 7-29

(77) PARE J., 1969
Etude de dispositifs anti-érosifs adaptés aux conditions de la Casamance
IRAT/Paris; doc. miméo., 63 pages

(78) POCTHIER G. et coll., 1964-69
Compte rendu des essais d'amélioration foncière (champs de prévulgarisation ou d'appréciation des potentialités).
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la SARV.

(79) POULAIN J.F., 1965
Contribution à l'étude des mécanismes d'action de la fumure verte
Effets sur le sol et les rendements
Coll. sur la Conserv. et l'Amélior. de la Fert. des Sols
OAU/STRC, Khartoum (Nov. 1965), 131-148.

(80) POULAIN J.F., MARA M., 1960-1969
Comptes rendus de l'essai "Régénération du sol" de Thiénéba
IRAT/Sénégal, rapp. ann. d'act. Division d'Agropédologie.

(81) POULAIN J.F., MARA M., 1961-69
Compte rendu des essais "Structure-Humus" de Thiénaba et Boulel
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la Div. d'Agropédologie

(82) POULAIN J.F., MARA M., 1965-69
Compte rendu des essais éS x P x K x Labours" à Bambey
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la Div. d'Agropédologie.

(83) POULAIN J.F., MARA M., 1965-69
Compte rendu des essais "Régénération x Phosphates" de Boulel
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la Div. d'Agropédologie

(84) POULAIN J.F., MARA M., 1965-69
Compte rendu des essais "Doses Phosphore x Soufre" de Boulel
IRAT/Sénégal, rapp. ann. de la Div. d'Agropédologie.

RESUME

Les facteurs biologiques ne paraissant pas seuls, capables d'améliorer nettement les propriétés physiques du sol et de créer un profil cultural satisfaisant, il convient de rechercher, si cet objectif ne peut être atteint par une intervention humaine plus poussée faisant jouer les facteurs mécaniques (travail du sol) employés seuls ou en association avec les facteurs biologiques (enfouissement de matière végétale).

Par ailleurs les opinions des agronomes divergent en ce qui concerne l'intérêt d'un travail profond du sol pour la zone tropicale sèche. Une mise au point s'impose donc pour tenter de mieux appréhender l'incidence du travail du sol, sur le sol même, et sur les cultures.

Contraintes pédoclimatiques en zone tropicale sèche

Celles-ci sont assez sévères. En raison de la faible durée de la saison des pluies et des baisses de rendements entrainées par les retards au semis, le travail de préparation du sol est souvent difficilement réalisable en début de saison des pluies. Il est par ailleurs impossible, la plupart du temps, pendant la saison sèche, par suite de la très forte cohésion du sol.

Les effets directs du labour sur le sol

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

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

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

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

Les effets direct du labour sur les cultures.

Ils se manifestent sur :

- les adventices des cultures
- l'enracinement des plantes cultivées
- le développement végétatif et les rendements agricoles

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

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

Pour chaque culture on examine ensuite séparément les effets sur les rendements des deux types de labours : labour ordinaires et labours d'enfouissement de matière végétale. Le tableau suivant résume sous une forme synthétique, l'ensemble des résultats obtenus:

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

Cultures	Labours ordinaires						Labours d'enfouissement					
	Nombre de résultats annuels			Rendt des témoins	Plus values sur labour		Nombre de résultats annuels			Rendt des témoins	Plus values sur labour	
	Totaux	Positifs	%	kg/ha	kg/ha	%	Totaux	Positifs	%	kg/ha	kg/ha	%
Mil (grain)	22	21	95	1245	+ 256	+ 21	5	4	80	971	+ 365	+ 38
Sorgho (grain)	46	39	85	1874	+ 536	+ 29	2	2	100	2039	+ 532	+ 26
Maïs (grain)	6	6	100	2093	+ 568	+ 27	12	10	83	1474	+ 970	+ 66
Riz pluvial (paddy)	11	11	100	966	+1515	+157	1	1	100	1547	+ 705	+ 46
Cotonnier (coton grain)	7	7	100	1629	+ 433	+ 27	12	10	83	1240	+ 423	+ 34
Arachide (gousses)	31	27	87	1412	+ 274	+ 19	113	81	71	1661	+ 119	+ 7

Les résultats montrent que les labours ont une influence favorable sur toutes les cultures. Cette influence est variable avec les sols, les années et les cultures. On peut donc estimer que le labour joue, en zone tropicale sèche, un rôle semblable à celui qu'il joue en zone tempérée, et constitue un facteur important de l'amélioration des rendements.

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

Les effets résiduels des labours sur le sol et les cultures

Après un labour ordinaire, l'effet d'ameublissement sur le sol persiste après la première culture à condition que celle-ci ait été semée précocement. Le maïs semble faire exception à cette règle. Il y a peu de résultats sur les effets résiduels des labours sur les rendements de la deuxième culture et des cultures suivantes. Des effets très importants sont observés sur la succession riz-riz.

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

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

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

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

Evolution des plus values de rendement apportées par le labour d'enfouissement dans différentes rotations.

Successions culturales	Nbre de résultats annuels		Rendement moyen témoin kg/ha	Plus values sur labours	
	Totaux	Positifs		kg/ha	%
1.- Arachide	113	81	1661	+ 119	+ 7
2.- Mil	56	38	971	+ 109	+ 11
3.- Arachide	56	35	1655	+ 157	+ 9
1.- Mil	5	4	971	+ 365	+ 38
2.- Arachide	4	3	1810	+ 175	+ 10
1.- Maïs	12	10	1474	+ 970	+ 66
2.- Sorgho	1	1	2325	+ 590	+ 25
1.- Sorgho	3	3	1520	+ 359	+ 24
2.- Sorgho	1	1	1618	+ 705	+ 43
3.- Arachide	1	1	2489	+ 176	+ 7

Modalités des réalisation des labours

Sont étudiés successivement :

- les facteurs communs aux deux types de labours : instruments utilisés, forces de traction, profondeur de travail, humidité du sol, époque de travail et interaction avec la date de semis, modelé du terrain par les labours ;

- les facteurs propres aux labours d'enfouissement : nature du matériel végétal enfoui, durée de la sole de régénération, quantité de matière végétale enfouie, conditionnement de la plante avant enfouissement ;

- le problème de la reprise des labours pour la préparation du lit de semences.

Interactions entres labours et engrais minéral

Dans le cas des labours ordinaires un seul résultat d'essai met en évidence un cas d'interaction, statistiquement significatif sur sorgho en sol sableux : l'apport de fortes doses d'azote a été nettement valorisé par le travail profond. Cependant les résultats des champs de prévulgarisation, plus nombreux et mieux répartis géographiquement, donnent à penser que l'importance de l'interaction dépend de la fumure de la culture, et de l'écologie considérée.

ment dit, s'ajoute, sur la structure, l'effet spécifique de la matière végétale enfouie. Leur action sur le sol et les rendements est par ailleurs nettement plus durable que celle des labours ordinaires.

Or dans les zones sahéliennes et sahélo-soudaniennes les labours d'engrais vert ou de jachère constituent bien souvent, du fait de la courte durée de l'hivernage, les seules modalités possibles de travail profond du sol au cours de la saison de culture. La succession culturale prend donc une grande importance si l'on veut maintenir longtemps les effets bénéfiques de cet enfouissement.

A N N E X E S

Tableau n° IV-102

Comparaison des effets directs sur les rendements des cultures, des labours d'enfouissement de matière verte et de pailles - D'après NICOU (69) et NICOU, THIROUIN (74)

CULTURE	LOCALISATION ANNEE	GRAINS GOUSSES OU PAILLES	RENDEMENTS KG/HA APRES			RENDEMENTS INDICIAIRES		COMPARAISON STATISTIQUE	
			Témoin 1	Fumure verte 2	Enfouis pailles 3	Fumure verte 2	Enft pailles 3	1/2,3	2/3
Arachide	Banbey Dior - 1965	Gousses	1711	1567	1158	91	68	0	++
		Pailles	2368	2393	2782	101	118	0	0
	Banbey Dior - 1966	Gousses	845	937	940	111	111	0	0
		Pailles	1118	1459	1299	130	116	-	-
	Séfa - 1965	Gousses	2755	2471	2886	90	105	0	0
	Séfa - 1966	Gousses	3177	3000	3060	95	97	0	0
		Pailles	5051	5170	5992	102	118	-	-
Mil	Banbey Dior - 1968	Grains	711	695	473	98	67	0	+
		Pailles	7600	8425	7900	111	104	+	0
	Banbey - 1969	Grains	1496	1662	1642	111	110	+	0
Sorgho	Banbey Dek - 1968	Grains	481	516	415	107	86	-	-
		Pailles	7200	8275	7400	115	103	-	-
	Sinthiou - 1967	Grains	1441	2048	2147	142	149	+ +	0
		Pailles	6826	11481	13715	168	205	-	-
Maïs	Séfa - 1967	Grains	709	2298	2002	324	284	+ +	0
	Séfa - 1968	Grains	715	1413	1076	198	150	+ +	+
	Sinthiou - 1969	Grains	2119	3553	3881	167	183	+ +	0
		Grains	2177	3414	2258	157	104	+	+
		Pailles	4080	4930	3800	121	93	-	-
	Sinthiou - 1969	Grains	3714	4854	4703	131	127	+ +	0
		Pailles	3700	4725	5200	128	141	+	0

Remarque : (valable également pour les tableaux IV-103 et IV-104 :

Le traitement "fumure verte" (n°2) correspond à la moyenne des 4 traitements de jachère enfouie et engrais vert mentionné plus haut. Les rendements indiciaires ont été calculés en prenant la base 100 pour le témoin Jachère brûlée. On a comparé statistiquement (contrastes orthogonaux) le traitement d'une part, aux traitements 2 et 3 d'autre part, pour tester l'influence globale des labours d'enfouissement; on a ensuite comparé l'enfouissement des pailles à la moyenne des enfouissements de fumure verte (comparaison 2/3). L'interprétation statistique n'a pas été faite pour tous les essais.

Tableau n° IV-103

Comparaison des labours d'enfouissement de matière verte et de pailles dans leurs effets résiduels de première année sur les rendements des cultures - D'après NICOU (69) et NICOU, THIROUIN (74).

CULTURE	PRECEDENT CULTURAL	LOCALISATION	ANNEE	Grains Gousses ou Pailles	Rendements kg/ha après			Rendements indiciaires		Comparaison statistique	
					Ténoin 1	Fumure verte 2	Enfouis Pailles 3	Fumure verte 2	Pailles 3	1/2,3	2/3
Mil	Arachide	Banbey	1966	Grains	995	1406	1260	141	127	+	0
		Dior	1967	Grains	751	858	816	104	109	0	0
		Séfa (1)	1966	Grains	1907	1902	2132	100	107	0	0
		Séfa (1)	1967	Grains	2375	2563	2599	108	109	-	-
Arachide	Mil		1969	Gousses	1558	1872	1925	121	124	+	0
				Pailles	2827	3265	3328	115	118	0	0
Sorgho	Sorgho	Sinthiou	1968	Grains	1618	2369	2141	146	133	+ + +	0
				Pailles	5600	7950	6200	142	111	-	-
Mil	Maïs	Séfa (1)	1969	Grains	2030	2206	1781	109	88	0	+ +
		Séfa		Grains	2012	2218	2337	110	116	-	-
Sorgho	Maïs	Sinthiou	1969	Grains	2325	2935	2839	126	122	+ +	0
				Pailles	8900	11925	12500	134	141	+ +	0

Tableau n° IV-104

Comparaison des labours d'enfouissement de matière verte et de pailles dans leurs effets résiduels de deuxième année sur les rendements de l'arachide - D'après NICOU et NICOU, THIROUIN (69,74)

PRECEDENTS CULTURAUX	LOCALISATION	ANNEE	Grains Gousses ou Pailles	Rendements kg/ha après			Rendements indiciaires		Comparaison statistique	
				Ténoin 1	Fumure verte 2	Enfouis 3	Fumure verte 2	Pailles 3	1/2,3	2/3
Arachide	Banbey Dior (2)	1967	Gousses	1194	886	1237	74	103	-	-
			Pailles	1562	1331	1807	85	115	-	-
	Banbey Dior	1968	Gousses	987	1016	872	103	88	0	0
			Pailles	2577	2676	2160	104	84	0	+
Mil	Séfa (3)	1967	Gousses	1772	1878	1875	106	106	0	0
			Pailles	3385	3812	3503	112	104	0	0
	Séfa (3)	1968	Gousses	2226	2327	2303	104	103	0	0
			Pailles	4123	4377	3938	106	96	0	+
		1969	Gousses	2489	2646	2745	106	110	+	0
			Pailles	3380	3471	3378	103	100	0	0
		1969	Gousses	1511	1911	1834	126	121	+ +	0
			Pailles	2447	2649	2562	108	105	0	0

(1) Labour de préparation sur nil sur tous les traitements sauf le ténoin.

(2) Maladie physiologique de l'arachide en 1967. Résultats ininterprétables.

(3) Labour de préparation avant la culture de nil sur tous les traitements sauf le ténoin.

T A B L E A U N° IV-104bis

INFLUENCES COMPAREES DE L'ENGRAIS VERT LEGUMINEUSES ET D'AUTRES FORMES DE FUMURE VERTE SUR LES RENDEMENTS DES CULTURES SUIVANTES

LOCALISATION ESSAI	SOLE DE REGENERATION		1ère CULTURE			2e CULTURE			3e CULTURE			SOURCE
	ANNEE	NATURE DE LA PLANTE E. VERT	NATURE et ANNEE	RENDEMENTS kg/ha	RENDEMENTS Indiciaires	NATURE ET ANNEE	RENDEMENTS kg/ha	RENDEMENTS Indiciaires	NATURE ET ANNEE	RENDEMENTS kg/ha	RENDEMENTS Indiciaires	
Bambey (1) (Sénégal) Essai "Jachère-Engrais vert"	1955	Jach. brûlée	Arachide 1956	1888	100	Mil 1957	862	100	Arachide 1958	1838	100	
		Jach. enfouie		1979	105		830	96		1837	102	
		Crotalaire		2181	116		909	105		1718	93	
		Mil		2229	118		840	97		1896	103	
Sol Dior	1955-1956	Jachère brûlée	Arachide 1958	2117	100							
		Jach. enfouie		1913	88							
		Crotalaire cajanus Mutina		1792	82							
		Mil		1966	90							
Saria (Hte-Volta) Essai d'Engrais vert	1950-1956	Jachère brûlée	Arachide 1951-1956	623	100	Mil 51-57	510	100				
		Mil ou Sorgho		674	108		527	103				
		Cajanus indicus		699	112		558	110				
		Crotalaire		715	115		472	93				
Séfa (3) (Sénégal) Essai "Jachère Engrais vert"	1955	Jachère brûlée	Arachide 1956	2325	100	Riz 1957	1490	100	Arachide 1958	2965	100	
		Jachère mulchée		2565	110		1535	103		2810	95	
		Sorgho		2690	116		1465	98		3070+	10++	
		Crotalaire juncea		2460	106		1475	99		3030+	102+	
	1955-1957	Jachère brûlée	Arachide 1958	3425	100	Riz 1959	1165	100	Arachide 1960	2525	100	
		Jachère mulchée		3220	94		1305	112		2280	90	
		Sorgho		3235	94		1580+	136+		2530	100	
		Crotalaire J.		3120	91		1750+	150+		2495	99	
Farako Bâ (4) Hte-Volta Essai Régénération	1964	Jachère enfouie	Sorgho 1965	1502	100							
		Stylosanthes gracilis + Stylosanthes crecta		1709	113							
		Crotalaire Jun.		2101+	140+							

(1) Comparaison à la dose d2 d'engrais (300 kg/ha)

(2) Pas d'apport d'engrais sur cet essai; labours de préparation effectués tous les ans sur les cultures

(3) Comparaison à la dose simple d'engrais pour le riz (150 kg/ha) et à la dose double pour l'arachide (300 kg/ha).

(4) Comparaison en présence de la fumure de redressement.

T A B L E A U N° IV-105

INFLUENCES COMPAREES DE LA JACHERE ENFOUIE ET DU MIL OU SORGHO ENGRAIS VERT SUR LES RENDEMENTS DE LA CULTURE-TEST SUCCEDANT A LA SOLE DE REGENERATION

NATURE DE LA CULTURE-TEST	LOCALISATION SOL PLUVIOMETRIE	DESIGNATION DE L'ESSAI	ANNEES DE COMPARAISON	NOMBRE DE ROTATIONS COMP. AVEC Jach. enf.	Eng. vert	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS Totaux	Positifs	RENDEMENTS kg/ha après Jachère enfouie	Mil ou Sorgho E. vert	INDICE ENGRAIS VERT	COMPARAISON STATISTIQUE	SOURCE
ARACHIDE	Banbey Sol Dior 650 mm	E.V. LA n°. 3 (1)	1954	1	1	1	1	1059	1210	114	+	(41)
		Rég.× Traitements	1960	1	1	1	1	2597	2728	105	0	(98)
		Régén.× Trait.	1964	1	1	1	0	2093	1687	81	++	(68)
		E.V. Dior (2)	1961	1	1	1	0	1398	1382	99	0	(39)
		Jach.Engrais vert	1956	1	1	1	1	1979	2229	113	0	(37)
		Jach.Engrais vert	1958	1	1	1	1	1913	1966	103	0	(37)
		Régénération Profil	1965	2	2	1	0	1602	1532	95	0	(69)
		Dior	1956	2	2	1	0	989	880	89	0	(69)
	Banbey Sol Dek 650 mm	EV LA N°1	1955	1	2	1	1	1400	1475	105	0	(41)
		Régén. Profil Dek	1965	2	2	1	0	1443	1202	83	-	(69)
	Thiénaba Sol Dior 600 mm	Régénération	1966	1	1	1	1	905	1095	121	0	(80)
		Régénération	1966	1	1	1	1	1110	1199	108	0	(80)
		Structure Humus	1963	1	1	1	1	1355	1676	124	0	(81)
		" "	1967	1	1	1	1	1023	1136	111	0	(81)
		" "	1968	1	1	1	0	750	618	82	-	(81)
		" "	1969	1	1	1	1	1316	1818	138	-	(81)
	Tarna, Niger Sol dunaire 600 mm	Fornes de jachère	1966	2	1	1	1	1782	1814	102	0	(42)
		Nature EV et date d'enfouissement (3)	1965	2	3	1	1	2506	2626	105	0	(63)
	Boulel F.T.L. sur grès du CT. 700 mm	Structure Humus	1962	1	1	1	1	1556	1661	107	0	(81)
		" "	1966669	1	1	4	2	1750	1800	100	0	(81)
		Régén.×Phosph.(4)	1966-69	1	1	4	2	1825	1810	99	0	(63)
		Doses Phosp.× S (5)	2966-69	1	1	4	1	1874	1858	99	0	(84)
	Sinthiou 1000 mm	P 54 (6)	1959	1	1	1	1	1600	1658	103	0	(95)
	Séfa F.T.L. sur grès du C.T. 1300 mm	Jachère-Engrais vert	1956	1	1	1	1	2505	2640	105	0	(101)
		" "	1958	1	1	1	0	3135	3075	98	0	(101)
		Régénération Profil	1965	2	2	1	1	2447	2494	102	0	(74)
		" "	1966	2	2	1	1	2996	3005	100	0	(74)
MIL	Louga 450 mm	Régénération Profil	1968	2	2	1	1	493	550	112	0	(69)
		" "	1969	2	2	1	1	1644	1737	106	0	(69)
MIL	Banbey Dior	Régénération Profil	1968	2	2	1	0	706	682	97	0	(69)
		" "	1969	2	2	1	1	1597	1727	108	0	(69)
SORGHO	Banbey Sinthiou	Régén. Profil Dek	1968	2	2	1	0	629	403	64	-	(69)
		Régénération Profil	1967	2	2	1	0	2173	1921	88	0	(69)
	Sinthiou 1000 mm	Régénération Profil	1968	2	2	1	0	4002	2825	71	+	(69)
		" "	1969	2	2	1	0	5000	4708	94	0	(69)
MAIS	Séfa 1300 mm	Régénération Profil	1967	2	2	1	1	2034	2564	126	++	(74)
		" "	1968	2	2	1	0	1437	1389	97	0	(74)
		" "	1969	2	2	1	1	3099	4006	129	0	(74)

(1) Rendements moyens avec et sans engrais
(2) Résultats sans apport d'engrais
(3) Moyenne des dates d'enfouissement
(4) Comparaison entre traitements 6 et 10 (apport de phosphate naturel à l'enfouissement)
(5) Comparaison entre traitements 9 et 18 (1200 kg de tricalcique et 25 kg de S).
(6) La comparaison porte sur la moyenne des traitements d2 C1 + d2 C2
(7) Comparaison à la dose simple d'engrais minéral.

T A B L E A U N° IV- 106

EFFETS RESIDUELS COMPARES DE LA JACHERE ENFOUIE ET DU MIL OU SORGHO ENGRAIS VERT SUR LES RENDEMENTS DE LA DEUXIEME CULTURE DE LA ROTATION

NATURE DE LA CULTURE	PRECEDENT CULTURAL	LOCALISATION	DESIGNATION DE L'ESSAI	ANNEES DE COMPARAISON	NOMBRE DE ROTATIONS COMPAREES AVEC Jach. en-fouie	NOMBRE DE ROTATIONS COMPAREES AVEC En-grais vert	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS Totaux	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS Positifs	RENDEMENTS kg/ha après Jach. en-fouie	RENDEMENTS kg/ha après Mil ou sorgho E.V.	INDICE ENGRAIS VERT	COMPARAISON STATISTIQUE	SOURCE
MIL	Arachide	Banbey	Régén.× Traitements	1961	1	1	1	1	1809	1974	109	0	(98)
			" "	1965	1	1	1	0	1160	808	70	+	(68)
			E.V.Dior(1)	1962	1	1	1	0	709	684	97	0	(39)
			Jachère -Engrais V.	1957	1	1	1	1	830	840	101	0	(37)
			Régén.Profil Dior	1966	2	2	1	0	1508	1303	87	0	(69)
			" "	1967	2	2	1	1	825	891	108	0	(69)
		Thiénaba	Régénération	1967	1	1	1	0	674	571	85	0	(80)
			"	1967	1	1	1	1	688	778	113	0	(80)
			Structure-Humus	1968	1	1	1	1	1429	1529	107	-	(81)
			" "	1969	1	1	1	0	844	639	76	-	(81)
		Tarna	Nature EV et dates d'enfouissement(2)	1966	2	3	1	1	1062	1206	114	0	81 (63)
		Boulel	Structure-Humus	1963	1	1	1	1	1448	1674	116	0	(81)
		Sinthiou	P 54 (3)	1956	1	1	1	1	774	856	111	0	(95)
			"	1960	1	1	1	1	1028	1114	108	0	(95)
		Séfa	Régénération Profil	1966	2	2	1	0	2017	1948	97	0	(74)
			" "	1969	2	2	1	1	2542	2584	102	0	(74)
	Maïs	Séfa	Régénération Profil	1968	2	2	1	0	2321	2091	90	++	(74)
			" "	1969	2	2	1	1	2170	2266	104	0	(74)
SORGHO	Arachide	Banbey Dek	Eng.vert LA N°1	1956	1	2	1	1	768	777	101	0	(41)
			Régén.Profil Dek	1966	2	2	1	0	2189	1365	60	-	(69)
		Boulel	Structure-Humus	1967-69	1	1	3	0	1883	1494	79	-	(81)
			Régén.× Phosph.(4)	1967-69	1	1	3	1	2122	1961	92	-	(83)
			Doses Phos.× S (5)	1967-69	1	1	3	2	2219	2398	108	-	(84)
	Sorgho	Sinthiou	Régénération Profil	1968	2	2	1	1	2217	2520	114	0	(69)
	Maïs	Sinthiou	Régénération Profil	1969	2	2	1	0	2987	2883	97	0	(69)
RIZ	Arachide	Séfa	Jach.-Eng.vert (6)	1957	1	1	1	0	1535	1465	96	0	(101)
			" "	1959	1	1	1	1	1305	1580	121	0	(101)
ARACHIDE	Mil	Louga	Régénération Profil	1969	2	2	1	1	1518	1586	104	0	(69)
		Banbey	Régén.Profil Dior	1969	2	2	1	1	1850	1899	103	0	(69)

(1) Rendements moyens avec et sans engrais
(2) Moyennes des dates d'enfouissement
(3) La comparaison porte sur la moyenne des traitements d2 C1 + d2 C2
(4) Comparaison entre traitements 6 et 10 (apport de phosphate naturel à l'enfouissement)
(5) Comparaison entre traitements 9 et 10 (1200kg de phosphate tricalcique et 25 kg de S)
(6) Comparaison à la dose simple d'engrais minéral.

TABLEAU N° IV-107

EFFETS RESIDUELS COMPARES DE LA JACHERE ENFOUIE ET DU MIL OU SORGHO ENGRAIS VERT SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE EN TANT QUE TROISIEME CULTURE DE LA ROTATION

1ère CULTURE	2ème CULTURE	LOCALISATION	DESIGNATION DE L'ESSAI	ANNEES DE COMPARAISON	NOMBRE DE ROTATIONS COMPAREES AVEC Jach. en-fouie	NOMBRE DE ROTATIONS COMPAREES AVEC En-grais vert	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS Totaux	NOMBRE DE RESULTATS ANNUELS Favorable à E.V	RENDEMENTS kg/ha APRES Jach. en-fouie	RENDEMENTS kg/ha APRES Mil ou sorgh. eng. vert	INDICE ENGRAIS VERT	COMPARAISON STATISTIQUE	SOURCE
ARACHIDE	Mil	Banbey Dior	Régén. × Trait.	1962	1	1	1	1	1884	2018	107	0	(98)
			Jach.-Engrais vert	1958	1	1	1	1	1877	1896	101	0	(37)
			Régén. Profil Dior	1967	2	2	1	0	963	809	84	0	(69)
			" "	1968	2	2	1	0	1040	992	95	0	(69)
		Thiénaba	Structure-Humus	1965	1	1	1	0	583	563	97	0	(81)
			" "	1969	1	1	1	1	1589	1813	114	-	(81)
		Boulel	Structure Humus	1964	1	1	1	1	2002	2062	103	0	(81)
		Sinthiou	P 54 (1)	1957	1	1	1	1	2380	2390	100	0	(95)
			"	1961	1	1	1	0	2219	2157	97	0	(95)
		Séfa	Régénération Profil	1967	2	2	1	1	1848	1907	103	0	(74)
			" "	1968	2	2	1	1	2322	2332	100	0	(74)
	Sorgho	Banbey	Régén. Profil Dek	1967	2	2	1	0	1101	1045	95	0	(69)
		Boulel	Structure Humus	1968-69	1	1	2	2	1395	1427	102	-	(81)
			Régén. Phosphates (2)	1968-69	1	1	2	0	1907	1332	70	-	(83)
			Doses Phos. × Soufre (3)	1968-69	1	1	2	0	1337	1278	96	-	(84)
	Riz	Séfa	Jach.-Engrais V. (4)	1958	1	1	1	1	2815	3045	108	0	(101)
			" "	1960	1	1	1	1	2375	2465	104	0	(101)
MAIS	Mil	Séfa	Régénération Profil	1969	2	2	1	0	1973	1849	94	0	(74)
SORGHO	Sorgho	Sinthiou	Régénération Profil	1969	2	2	1	1	2642	2650	100	0	(69)

(1) La comparaison porte sur la moyenne des traitements d2 C1 + d2 C2

(2) Comparaison entre traitements 6 et 10 (apport de phosphate naturel à l'enfouissement)

(3) Comparaison entre traitements 9 et 18 (1200 kg/ de phosphate tricalcique et 25 kg de S)

(4) Comparaison à la dose simple d'engrais minéral.

T A B L E A U N° IV- 108

COMPARAISON DE LABOURS AVEC DIVERS ENFOUISSEMENTS DE MATIERE VERTE DANS LES ESSAIS "STRUCTURE-HUMUS" DE THIENABA ET BOULEL (81) et L'ESSAI "COUVERTURE-JACHERE-ENGRAIS VERT" DE DARCU (46)

Position de la culture	Localisation	Nature de la culture	ANNEE	ENGRAIS	GRAINS ou GOUSSES kg/ha — Labours avec: Sol nu	Apport de M.V	Racines	Plante Entière	Plante entière + M.V.	PAILLES kg/ha — Labours avec: Sol nu	Apport de M.V.	Racines	Plante entière	Plante entière + MV
1ère Culture	Thiénaba	Arachide	1963	Non	1283	1400	1720	1843	1850	1280	1550	1440	2050	1910
			1963	Oui	1347	1290	1728	1676	1389	1440	1950	1990	2220	2530
			1967	Oui	488	892	844	1136	780	2656	2559	2047	2802	2924
			1968	Oui	415	375	434	619	536	1852	2062	1418	2281	2510
			1969	Oui	1219	1370	1540	1818	1701	590	702	887	1214	1282
	Boulel	Arachide	1962	Non	1447	1558	1531	1571	1600	-	-	-	-	-
			1962	Oui	1355	1476	1546	1661	1506	-	-	-	-	-
			1966	Oui	2224	2452	2210	2319	2450	2985	3362	3077	3167	3651
			1967	Oui	1023	1110	1102	1448	1379	1845	1889	1694	1667	1891
			1968	Oui	1909	2030	1977	1855	1960	1605	2085	1701	2059	2993
			1969	Oui	1231	1194	1700	1578	1481	2504	3089	1913	2681	4039
	Darou	Arachide	1961	Non	2290	2160	1890	2120	-	1480	1280	1190	1320	-
			1965	Non	2240	1950	2135	2330	-	1565	1380	1425	1520	-
			1965	Oui	2870	2805	2940	3180	-	2185	2030	1960	2185	-
2ème culture	Thiénaba	Mil	1964	Non	-	-	-	-	-	500	444	540	1193	510
			1964	Oui	-	-	-	-	-	2242	2266	2422	2435	2326
			1968	Oui	1129	1205	1305	1529	1664	-	-	-	-	-
			1969	Oui	798	897	586	639	755	2469	2116	1588	2029	1411
	Boulel	Mil	1963	Non	1039	1095	1044	995	1221	5300	5800	4900	5100	5900
			1963	Oui	1557	1665	1474	1674	1716	9200	9000	8900	9300	9500
		Sorgho	1967	Oui	1359	1726	2298	1141	1941	4748	6069	4202	4670	5883
			1968	Oui	1717	2075	2122	1963	2241	7348	9057	7172	7059	8562
			1969	Oui	1168	1714	2280	1378	1756	6023	7610	6303	5976	7564
	Darou	Arachide	1962	Non	1150	1190	1100	1240	-	820	930	770	840	-
		Sorgho	1966	Oui	415	470	310	460	-	-	-	-	-	-
3ème culture	Thénaba	Arachide	1965	Non	844	835	1114	1163	1101	930	1512	1292	1597	1412
			1965	Oui	650	442	567	563	406	1755	1717	2293	2278	2156
			1969	Oui	1131	1058	1165	1813	1453	663	568	668	478	697
	Boulel	Arachide	1964	Non	1387	1464	1466	1508	1566	1193	1263	1256	1313	1389
			1964	Oui	1882	2090	2020	2062	2115	1673	1867	1844	1881	1875
			1968	Oui	1504	1494	1584	1555	1711	917	1652	1159	1182	1191
			1969	Oui	878	1140	1109	1298	1176	810	1055	1219	1072	1079

Tableau IV- 109

Comparaison entre un labour avec racines seules (engrais vert coupé, exporté) et un labour d'engrais vert normal dans deux essais implantés à Boulel - D'après POULAIN et MARA (83, 84)

Nature et Position de la culture	Essai	Années	Grains ou Gousses kg/ha		Pailles kg/ha	
			Labour avec racines seules	Labour avec plante entière	Labour avec racines seules	Labour avec plante entière
1ère Culture: Arachide	Régénération × Phosphates	1966	1871	1926	3191	3232
		1967	1643	1594	1894	1758
		1968	1978	1932	1886	1674
		1969	1807	1935	2133	2524
	Doses P × S	1966	1857	1843	3465	3376
		1967	1245	1247	1785	1868
		1968	2176	2160	3348	3264
		1969	1946	2003	2563	2491
2ème Culture : Sorgho	Régénération × Phosphates	1967	2487	2102	6447	6398
		1968	1846	1711	6668	6455
		1969	1877	1621	6414	6669
	Doses P × S	1967	2539	2604	6550	6763
		1968	2259	2113	9235	8502
		1969	1909	2096	6601	7572
3ème Culture : Arachide	Régénération × Phosphates	1968	1721	1743	1458	1551
		1969	925	888	903	866
	Doses P × S	1968	1562	1526	1188	1299
		1969	1128	1062	934	911

Remarques :

- Le traitement "Labour avec racines seules" correspond à la moyenne des traitements :

  13 à 15 pour l'essai "Régénération × Phosphates"

  19 à 27 pour l'essai "Doses Phosphore × Soufre"

- Le traitement "Labour avec plante entière" correspond à la moyenne des traitements :

  9 à 11 pour l'essai "Régénération × Phosphates"

  10 à 18 pour l'essai "Doses Phosphore × Soufre".

Tableau n° IV- 110

Comparaison des tonnages à l'hectare de matière verte obtenus sur jachère et engrais verts ayant été fauchés ou non en Août.

Localisation	Année	Jachère				Mil engrais vert			
		Fauchée			Normale	Fauché			Normal
		Fauche	Repousses enfouies	Total		Fauche	Repousses enfouies	total	
Louga	1967	3,3	7,3	10,6	12,7	-	-	-	28,2
	1968	-	1,4	-	1,9	-	-	-	5,7
	1969	-	13,8	-	14,9	-	-	-	28,2
Bambey Dior	1964	15,7	-	-	-	9,7	-	-	14,0
	1965	8,7	6,2	14,9	8,9	-	-	-	-
	1967	11,4	6,0	17,4	12,5	10,0	5,5	15,5	21,7
	1968	-	10,1	-	14,3	3,6	7,2	10,8	15,7
	1969	12,8	6,1	18,9	15,3	8,8	7,5	16,3	13,1
Bambey Dek	1964	4,9	-	-	--	3,9	-	-	16,6
	1967	12,1	17,7	29,8	10,2	8,5	4,6	13,1	16,1
	1968	-	4,9	-	8,8	1,5	8,8	10,3	14,3
Sinthiou Malème	1966	8,3	7,0	15,3	28,3	5,1	13,3	18,4	20,8
	1967	13,9	6,3	20,2	-	21,3	7,6	28,9	-
	1968	8,8	10,6	19,4	-	15,2	0,6	15,8	-
	1969	26,2	-	-	-	16,3	-	-	-
Séfa	1964	19,8	-	-	-	41,2	-	-	-
	1965	35,3	-	-	-	34,7	-	-	-
	1966	-	14,7	-	33,9	-	19,2	-	59,5
	1967	8,8	18,3	27,1	47,0	9,2	19,6	28,8	60,2
	1968	12,2	10,4	22,6	16,6	19,1	13,6	30,4	30,8
	1969	16,8	7,2	24,0	19,2	27,6	6,8	34,4	41,1

Tableau IV- 112

Influence de la fauche en Août de la jachère et de l'engrais vert sur les rendements de la première culture de la rotation, après labour d'enfouissement

Nature de la 1ère culture	Localisation	Années	Grains ou Gousses kg/ha				Pailles kg/ha			
			Après E.vert		Après jachère		Après E.vert		Après jachère	
			Normal	Fauché	Normale	Fauchée	Normal	Fauché	Normale	Fauchée
Arachide	Bambey Dior	1965	1543	1520	1510	1694	2372	2182	2462	2555
		1966	890	879	1024	955	1293	1471	1451	1620
	Bambey Dek	1965	1202	1041	1443	1446	2280	2121	2816	2503
	Séfa	1965	2493	2495	2534	2360	-	-	-	-
		1966	3034	2975	3059	2933	5997	5535	5757	3389
Mil	Louga	1968	560	-	493	550	7800	-	7800	8200
		1969	1631	-	1644	1737	-	-	-	-
	Bambey	1968	616	749	701	712	8600	8200	8600	8300
		1969	1626	1827	1651	1543	-	-	-	-
Sorgho	Sinthiou M.	1967	1967	1934	1909	2266	2081	11 060	10 420	12 300
Maïs	Sinthiou M.	1968	2691	2960	4151	3854	4140	3970	4590	4860
		1969	4650	4765	4975	5024	4500	4800	4400	5200
	Séfa	1967	2673	2454	1898	2169	-	-	-	-
		1968	1457	1320	1522	1352	-	-	-	-
		1969	3898	4114	2823	3375	-	-	-	-

Remarques (valables également pour les tableaux IV- 113 et IV- 114):

- Les résultats sur engrais vert et jachère fauchés concernent aussi bien les traitements avec exportation des produits de la fauche que ceux avec mulching.

- A Louga, on a pris pour la jachère "normale" la moyenne des traitements 2 et 3; pour la jachère "fauchée", la moyenne des traitements 4 et 5.

TABLEAU N° IV-115

INTERACTIONS ENTRE LABOURS ET FUMURE MINERALE SUR DIFFENTES CULTURES

Nature	Localisation	Désignation de l'essai	ANNEE	RENDEMENTS SANS FUMURE kg/ha		EFFET FUMURE LEGERE k g/ha			EFFET FUMURE FORTE kg/ha			SOURCE
				Ténoin	Labour	Ténoin	Labour	Interaction	Ténoin	Labour	Interaction	
Mil	Bambey Dior	Trav. du sol × Fertil.	1964	172	311	+ 186	+ 251	+ 33	+390	+ 395	+ 3	(67)
	Tarna (Niger)	Techniques culturales	1967	666	940	+ 493	+ 580	+ 44	–	–	–	(64)
			1967	896	1282	+ 580	+ 418	– 81	–	–	–	
			1968	40	397	+ 133	+ 260	+ 64	–	–	–	
			1968	142	796	+ 328	+ 553	+113	–	–	–	
Sorgho	Bambey Dek	Travail du sol × Fertilisation	1962	875	1673	+ 409	+ 335	– 37	+ 609	+ 260	–175	(67)
			1963	555	716	– 10	+ 186	+ 98	+ 662	+1030	+ 184	
			1964	324	664	+ 390	+ 351	– 20	+ 552	+ 716	+ 82	
	Boulel	Trav. du sol × Fertil.	1966	613	863	+ 274	+ 559	+ 143	+ 979	+1083	+ 52	(67)
			1968	541	990	+ 716	+ 708	– 4	+1186	+1150	– 18	
	Nioro	Trav. du sol × Fertil.	1967	1390	2002	+ 524	+ 673	+ 75	+1329	+1356	+ 14	(67)
	Sinthiou	Trav. du sol × Fertilis.	1967	582	706	+ 316	+ 459	+ 72	+1216	+2087	+ 436	(67)
	Saria (Hte-Volta)	Façons culturales	1964	201	476	+ 942	+ 995	+ 27	–	–	–	(32)
			1965	1330	1795	+ 434	+ 596	+ 81	–	–	–	(34)
Arachide	Bambey	Travail du sol × Fertilisation	1962	1583	1799	+ 82	+ 103	+ 11	+ 124	+ 223	+ 50	(67)
			1963	1565	2187	+ 56	+ 7	– 25	+ 71	+ 73	+ 1	
			1964	740	1378	+ 113	+ 73	– 20	+ 241	+ 209	– 16	
			1965	741	915	+ 96	– 25	– 61	– 27	+ 110	+ 69	
	Tarna (Niger)	Façons préparatoires	1967	1440	1676	+ 186	– 89	– 138	–	–	–	(64)
			1968	974	983	+ 56	+ 43	– 7	–	–	–	
			1967	1577	1651	+ 111	+ 113	+ 1	–	–	–	(65)
			1967	1538	1961	+ 483	+ 140	– 172	–	–	–	
	Magaria	Façons préparatoires	1967	1184	1077	+ 296	+ 60	– 118	–	–	–	(62)
	Boulel	Trav. du sol × Fertil.	1965	1418	1635	+ 257	+ 183	– 37	+ 318	+ 158	– 80	(67)
			1967	807	1160	+ 173	+ 235	+ 31	+ 348	+ 384	+ 18	
	Nioro	Trav. du sol × Fertil.	1966	2013	2223	+ 166	– 39	– 103	+ 165	+ 68	– 49	(67)
	Sinthiou	Trav. du sol × Fertil.	1965	1300	1600	+ 900	+ 900	0	+1000	+1000	0	(67)
			1968	1748	1921	+ 701	+ 650	– 26	+1006	+ 650	– 178	

Tableau IV-116

Effets comparés de l'engrais minéral à faible dose (150 kg/ha) après jachère brûlée et fumure verte, sur les différentes cultures de la rotation

Nature et position de la culture	Localisation	Désignation de l'essai	Nombre de rotations comparées avec		Période de comparaison	Nombre de résultats annuels	Rendement du témoin non fumué kg/ha		Effet de l'engrais kg/ha			SOURCE
			Jach. brûlée	Jach. ou EV enfouie			Après jach. brûlée	Après Jach ou EV enf.	Après Jach. brûlée	Après jach. ou EV enf.	Interaction	
1ère Culture Arachide	Bambey	Rotation Dior	2	3	56-61	6	1329	1090	+ 230	+ 326	+ 48	95bis
		Jach.eng.vert	1	3	1956	1	1494	1572	+ 231	+ 362	+ 66	37
		"	1	3	1958	1	1680	1452	+ 259	+ 332	+ 37	37
		Rég.×Trait.(1)	1	2	1960	1	2122	2311	+ 81	+ 351	+135	98
		"	1	2	1964	1	1490	1623	+ 189	+ 267	+ 39	68
	Nioro	Rotat.×Engrais	2	2	58-67	10	1418	1697	+ 425	+ 466	+ 21	38
	Sinthiou	Rotat.×Eng.	2	2	62-67	6	1851	2111	+ 445	+ 192	-127	38
	Séfa	Jach.eng.vert	1	3	1956	1	1910	2143	+ 315	+ 440	+ 63	101
		"	1	3	1958	1	2125	2632	+ 835	+ 408	-214	
2ème Culture Mil ou Sorgho	Bambey	Rotation Dior	2	3	56-61	6	406	376	+ 326	+ 284	- 21	95bis
		Jach.eng.vert	1	3	1957	1	590	493	+ 160	+ 288	+ 64	37
		Rég.×Trait(1)	1	2	1961	1	912	1157	+ 653	+ 734	+ 41	98
		"	1	2	1967	1	512	583	+ 525	+ 401	- 62	68
	Nioro	Rotat×Engrais	2	2	58-67	10	412	442	+ 343	+ 330	- 7	38
	Sinthiou	Rot.×Engrais	2	2	62-67	6	480	590	+ 338	+ 396	+ 29	38
	Séfa	Jach.E.Vert(2)	1	3	1957	1	1500	1492	- 10	- 100	- 45	101
		"	1	3	1959	1	895	1443	+ 270	+ 102	- 84	
3ème Culture Arachide	Bambey	Jach. EV	1	3	1958	1	1448	1243	+ 241	+ 432	+ 96	37
		Rég.×Trait.(1)	1	2	1962	1	1617	1520	+ 307	+ 432	+ 63	98
	Nioro	Rotat.×Eng.	2	2	58-67	10	1405	1385	+ 358	+ 585	+114	38
	Sinthiou	Rot.×Engrais	2	2	62-67	6	1834	1920	+ 400	+ 380	- 10	38
	Séfa	Jach.eng.vert	1	3	1958	1	2015	2323	+ 605	+ 645	+ 20	101
		"	1	3	1960	1	1500	1753	+ 910	+ 678	-116	

(1) La fumure minérale utilisée dans cet essai est la fumure forte "étalée"
(2) La deuxième culture de la rotation dans cet essai est le riz pluvial.

Tableau IV-117

Effets comparés d'une dose faible et d'une forte dose d'engrais minéral après jachère brûlée et après fumure verte

Nature et position de la culture	Localisation	Désignation de l'essai	Nombre de rotations comparées avec		Période	Nombre de résultats annuels	Rendements sur fumure légère kg/ha		Effets de la fumure forte par rapport à la fumure légère kg/ha			SOURCE
			Après jach. brûlée	Après fumure verte			Après jach. brûl.	Après fumure verte	Après jach. brûl.	Après fumure verte	Interaction	
1ère Culture Arachide	Bambey	Jach.-E.vert	1	3	1956	1	1725	1933	+163	+196	+17	(37)
		Rég.Prof.Dior	1	5	1965	1	1663	1570	+ 48	- 85	-67	(69)
		"	1	5	1966	1	811	853	+ 34	+ 85	+26	(69)
		Rég.Profil Dek	1	5	1965	1	1267	1193	+ 24	+ 89	-76	(69)
		Jach.E vert	1	3	1958	1	1939	1784	+178	+106	-36	(37)
	Séfa	Jach. E.vert	1	3	1956	1	2255	2583	+ 70	- 11	-41	(101)
		Jach.Eng.vert	1	3	1958	1	2960	3040	+465	+185	-140	(101)
2ème Culture Céréale	Bambey	Jach.Eng.vert	1	3	1957	1	750	782	+110	+ 77	- 17	(37)
		Rég.Prof.Dior	1	5	1966	1	1000	985	- 5	+391	+198	(69)
		"	1	5	1967	1	591	707	+160	+143	- 9	(69)
		Rég.Prof.Dek	1	5	1966	1	1633	1412	+417	+365	- 26	(69)
	Séfa	Jach.Eng.vert	1	3	1957	1	1490	1392	-205	- 7	+ 99	(101)
		"	1	3	1959	1	1165	1545	-245	-573	-164	(101)
3ème Culture Arachide	Bambey	Jach.Eng.vert	1	3	1957	1	750	782	+110	+ 77	- 17	(37)
		Rég.prof.Dior	1	5	1967	1	1217	1050	- 23	- 94	- 36	(69)
		Rég.prof.Dek	1	5	1967	1	1400	1015	+ 89	+ 58	- 16	(69)
	Séfa	Jach.eng.vert	1	3	1958	1	2620	2968	+345	+ 2	-172	(101)
		Jach.eng.vert	1	3	1960	1	2410	2432	+115	+ 3	- 56	

REMARQUES:

1) La fumure forte utilisée dans les essais est la suivante :

- Jachère engrais vert Bambey: 300 kg/ha de 6-20-10 sur arachide; 300 kg/ha 14-7-7 sur mil
- Régénération Profil Dior et Dek: Fumure forte "étalée"
- Jachère engrais vert Séfa: Fumure variable suivant les années

2) La céréale de seconde culture est soit le mil, soit le sorgho, sauf dans l'essai "Jachère-Engrais vert" de Séfa où il s'agit de riz pluvial.

Sur ce dernier essai les effets dépressifs obtenus sur la fumure forte sont aberrants (équilibre inadapté) et ne seront pas comptés pour le calcul de la moyenne.

Tableau n° IV-118

Comparaison des effets des pseudo-labours et des labours sur diverses cultures

Cultures	Conditions de réalisation du pseudo-labour		Localisation	Années de comparaison		Rendt témoins	Plus values kg/ha		Plus values % du témoin		SOURCE
	Instrument	Humidité du sol		Période	Nombre	kg/ha	Pseudo labour	Labour	Pseudo labour	Labour	
Mil	Houe	Humide	Tarna	1966-68	5	815	+ 319	+ 461	+ 39	+ 57	(64)
			Saria (1)	1950-56	6	463	- 45	+ 87	- 10	+ 19	(24)
	Dent sous-soleuse	en sec	Bambey	1964	1	562	+ 18	+ 144	+ 3	+ 26	(67)
		Humide	Tarna	66-68	5	815	+ 167	+ 461	+ 20	+ 57	(64)
Sorgho	Houe	Sec	Boulel	66-68	2	1383	+ 230	+ 660	+ 17	+ 48	(67)
			Sinthiou	1967	1	1798	+ 423	+ 995	+ 24	+ 55	(71)
			Nioro	67-68	2	2216	+ 636	+1102	+ 29	+ 50	(67)
			Nioro	1967	1	2719	- 107	+ 639	- 4	+ 24	(71)
		Humide	Nioro	67-68	2	2216	+ 704	+1042	+ 32	+ 47	(71)
			Saria	1965	1	1764	+ 366	+ 627	+ 21	+ 36	(34)
			Saria (1)	66-68	2	1239	+ 186	+ 412	+ 15	+ 33	(36)
			Saria (1)	50-56	6	555	- 13	+ 100	- 2	+ 18	(24)
	Dent sous-soleuse	En sec	Bambey	61-64	4	1217	+ 141	+ 485	+ 12	+ 40	(67)
Maïs	Houe	En sec	Sinthiou	67-69	3	2031	+ 273	+ 821	+ 13	+ 40	(71)
		Humide	"	67-69	3	2031	+ 648	+ 958	+ 32	+ 47	
Arachide	Houe	En sec	Kawara	1967	1	983	+ 92	+ 518	+ 9	+ 53	(61)
			Boulel	65-67	2	1445	+ 247	+ 290	+ 17	+ 20	(67)
			Nioro	1966	1	2178	+ 179	+ 113	+ 8	+ 5	(67)
			Nioro	67-69	3	2086	+ 41	+ 199	+ 2	+ 10	(71)
			Sinthiou	65-68	2	2527	- 135	+ 59	- 5	+ 2	(71)
		Humide	Tarna	64-68	5	1746	+ 6	+ 166	0	+ 10	(64)
			Magaria	1968	1	1480	- 259	- 343	- 18	- 23	(62)
			Nioro	67-69	3	2086	+ 29	+ 196	+ 1	+ 9	(71)
			Saria (1)	50-56	6	741	+ 1	+ 79	0	+ 11	(24)
	Dent sous-soleuse	En sec	Bambey	61-68	7	1127	+ 78	+ 418	+ 7	+ 37	(67)
		En sec	Kawara	1966	1	348	+ 169	+ 614	+ 49	+176	(61)
		Humide	Tarna	64-68	5	1746	+ 91	+ 166	+ 5	+ 10	(64)
Cotonnier	Houe	Humide	Saria	1967	1	1593	- 7	+ 59	0	+ 37	(33)
		Humide	Farako	1969	1	1148	+ 96	+ 367	+ 8	+ 32	(31)
	Dent sous-soleuse	En sec	Thyssé Kayemor	1969	1	1389	- 3	+ 625	0	+ 45	(67)

(1) Dans cet essai, les conditions de réalisation sont imprécises et les rendements très faibles (pas d'engrais). Les résultats sont fournis à titre indicatif et n'entrent pas dans le calcul de la moyenne.

T A B L E A U N° IV- 119

VALEUR MOYENNE DES INTERACTIONS ENTRE FUMURES MINERALES ET LABOURS SUR DIFFERENTES CULTURES : CHAMPS DE PREVULGARISATION DU SENEGAL

CULTURE	LOCALISATION	NOMBRE DE RESULTATS	RENDEMENTS SANS FUMURE MINERALE		FUMURE LEGERE				FUMURE FORTE			
			Ténoin kg/ha	Labour kg/ha	Nolbre d'interactions positives	Effet moyen kg/ha Ténoin	Effet moyen kg/ha Labour	Valeur moyenne de l'interaction kg/ha	Nombre d'interactions positives	Effet moyen kg/ha Ténoin	Effet moyen kg/ha Labour	Valeur moyenne de l'interaction kg/ha
SORGHO	Banbey	5	1075	1423	2	+ 292	+ 403	+ 55	3	+744	+ 841	+ 44
	Boulel	3	1311	1739	2	+ 397	+ 348	- 25	1	+ 694	+ 732	+ 19
	Nioro du Rip	3	1134	1796	3	+ 743	+ 1222	+ 239	1	+1463	+ 1489	+ 13
	Keur Yoro Dou	1	475	725		+ 900	+ 575	- 162		+1075	+ 750	- 162
	Keur Samba	3	1092	1464	2	+ 560	+ 687	+ 63	1	+1272	+ 1175	- 49
	Moyenne Sine-Saloum	10	1109	1572	7	+ 600	+ 735	+ 67	3	+1136	+ 1094	- 21
	S.Malène	3	689	1111	2	+ 478	+ 943	+ 232	3	+ 918	+ 1738	+ 410
	Missira	3	903	1344	1	+ 1165	+ 1109	- 28	3	+1973	+ 2304	+ 165
	Maka	2	1766	2113	2	+ 117	+ 270	+ 76	-	+ 553	+ 411	- 71
	Kotiari	2	588	613	1	+ 737	+ 1124	+ 193	2	+1340	+ 2048	+ 353
	Vélingara	2	1617	1470	1	+ 226	+ 236	+ 5	2	+ 520	+ 720	+ 100
	Moyenne S.O. et Casamance	12	1060	1313	7	+ 530	+ 691	+ 81	10	+1125	+ 1541	+ 208
	Moyenne Générale	27	1081	1429	16	+ 512	+ 654	+ 71	16	+1059	+ 1246	+ 93
MIL	Vélingara	2	1395	1875		+ 118	- 91	- 105	1	+ 950	+ 539	- 206
	Séfa	2	1116	1520	1	+ 806	+ 668	- 69	1	+1071	+ 1036	- 18
	N'Diéba	1	158	206	1	+ 158	+ 340	+ 91		+1295	+ 1270	- 12
	Moyenne Générale	5	1034	1399	2	+ 402	+ 299	- 51	2	+1068	+ 884	- 92
MAIS	Maka	3	792	1086	1	+ 403	+ 116	- 143	2	+ 999	+ 1339	+ 170
Cotonnier	Maka	1	869	1425		+ 95	+ 14	- 40	1	+ 797	+ 893	+ 48