

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT
DES SCIENCES DE LA NATURE

INSTITUT
DU DEVELOPPEMENT RURAL
I.S.N. / I.D.R.

CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNOLOGIQUE
C.N.R.S.T.

INSTITUT D'ETUDES
ET DE RECHERCHES AGRICOLES
I.N.E.R.A.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

Thème :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION
DES SOLS SOUS CULTURE.**

*Etude de différentes techniques culturales
sur les rendements des cultures et sur l'évolution
du sol dans un système à base d'arachide.*

/// O M M A I R E

-*-*

AVANT PROPOS

RESUME

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>I. GENERALITES</u>	3
1.1. : <u>PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE</u>	3
1.1.1. Situation géographique	3
1.1.2. Climatologie	3
1.1.3. Sols	6
1.1.4. Végétation	7
1.2. : <u>REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES PRATIQUES CULTURALES ET L'EVOLUTION DE LA FERTILITE ET DES RENDEMENTS</u>	7
1.2.1. Etats de fertilité des sols du Burkina Faso	7
1.2.1.1. Introduction : Notion de fertilité des sols	7
1.2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols du Burkina Faso	9
1.2.2. Evolution des rendements	11
1.2.3. Modes de restauration de la fertilité des sols	13
<u>II. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE</u>	16
2.1. <u>MATERIEL D'ETUDE</u>	16
2.1.1. Matériel végétal	16
2.1.2. Les sols	16
2.1.3. Le fumier	16

.../...

2.2.	<u>METHODES D'ETUDE</u>	17
2.2.1.	But de l'essai	17
2.2.2.	Dispositif expérimental et traitements.....	17
2.2.3.	Paramètres mesurés	19
2.2.4.	Calendrier cultural	19
2.3.	<u>METHODES D'ANALYSE</u>	21
2.3.1.	PH eau, pH Kcl	21
2.3.2.	Carbone organique	21
2.3.3.	Azote total	22
2.3.4.	Acidité d'échange	22
2.3.5.	Phosphore assimilable	23
2.3.6.	Dosage du CO2	23
III.	<u>RESULTATS ET DISCUSSIONS</u>	25
3.1.	<u>INCIDENCE DES ROTATIONS SUR L'EVOLUTION DES RENDEMENTS ET DES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL</u>	25
3.1.1.	Evolution des rendements de 1971 à 1982	25
3.1.2.	Evolution des rendements de 1983-1990	30
3.1.3.	Résultats spécifiques de la campagne 1990-91.	31
3.1.4.	Conclusion	39
3.1.5.	Caractéristiques chimiques des sols	40
3.1.5.1.	Carbone organique	40
3.1.5.2.	Azote total	45
3.1.5.3.	Rapport C/N	46
3.1.5.4.	Phosphore assimilable	48
3.1.5.5.	Evolution du pH en fonction de la profondeur du sol	49

3.1.5.6. Acidité d'échange et aluminium échangeable	49
3.1.6. Conclusion	54
3.2. <u>ETUDE EN MILIEU CONTROLE : TEST RESPIROMETRIQUE</u>	55
3.2.1. Evolution journalière de la quantité de CO2 dégagé	56
3.2.2. Quantités cumulées de CO2	57
3.2.3. Taux de minéralisation globale (TMG) et TMG cumulés	61
3.2.4. Conclusion	63
3.3. <u>RECHERCHE DE CORRELATIONS ENTRE QUELQUES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES ET DE RENDEMENTS. APPROCHE ECONOMIQUE DE L'ETUDE</u>	64
3.3.1. Etude des corrélations	64
3.3.1.1. Relation entre teneurs en aluminium échangeable et teneurs en carbone organique	64
3.3.1.2. Relation entre teneurs en azote total et teneurs en carbone organique.....	64
3.3.1.3. Relations nombre de nodules/teneurs en aluminium échangeable et poids des nodules/teneurs en aluminium échangeable	67
3.3.1.4. Relation nombre de bonnes graines/ teneurs en aluminium échangeable.....	69
3.3.1.5. Relation nombre de bonnes graines/ poids des nodules	69
3.3.1.6. Relation rendements/poids de 100 bonnes graines	69
3.3.2. Approche économique	71
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	74

AVANT-PROPOS

Le stage de fin d'études des Ingénieurs du développement rural a été une occasion pour nous d'acquérir quelques expériences, en matière de développement rural. Il s'est déroulé, au sein du programme de recherche ESFIMA de l'IN.E.R.A. au Burkina Faso.

Le document qui en résulte de ce stage ne pourrait être constitué sans le concours de plusieurs personnes, concours techniques, scientifiques et financiers pour les unes et moral pour les autres. Les mots adéquats manqueront pour les remercier.

Les remerciements s'adressent particulièrement à :

- SEDOGO P. Michel, Directeur Général du Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), notre maître de stage pour son dévouement à notre cause et sa simplicité qui ont permis le bon déroulement du stage malgré ses lourdes responsabilités.
- ZOMBRE P., Professeur à l'Université de Ouagadougou, notre directeur de mémoire pour sa constante disponibilité.
- HIEN V., Cordonnateur régional du projet engrais vivrier pour ses conseils et ses critiques qui ont été d'une grande utilité.
- LOMPO F., Chef du programme ESFIMA de l'IN.E.R.A. pour sa constante disponibilité et ses nombreux conseils.
- OUATTARA B. pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail et pour ses remarques judicieuses.
- ZANGRE R., Chef du CRAF de Kamboinsé.

Ce travail est également le résultat d'une collaboration franche pour la partie analyse chimique avec SAWADOGO J.C., responsable du laboratoire d'agrochimie de Kamboinsé, SEGDA Z. et RAMDE M. Mes remerciements s'adressent sincèrement à eux.

Nos remerciements s'adressent aussi au Chef de la Station de Niangoloko, à KOMY E. et à tout le personnel de la Station pour leur accueil chaleureux et leurs multiples conseils.

Nous remercions très sincèrement OUEDRAOGO Sibiri, OUEDRAOGO Sita et SANSAN Y. pour l'aide inestimable qu'ils nous ont apporté lors des analyses statistiques.

Nous ne saurions aborder ce Mémoire sans remercier KAMBOU N.F., BANDAOGO B., du Programme ESFIMA de l'IN.E.R.A., tout le personnel du CRAF-Kamboinsé et OUEDRAOGO L., Chef du service administratif et financier de la DIMA.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à : OUEDRAOGO D., OUATTARA T., TIENDREBEOGO I. et BALIWA C. tous du CNRST pour avoir fait preuve de sacrifice et de courage pour la mise en forme de ce document.

Je remercie également mes collègues de l'IDR, en particulier ZOUGMORE R., KAMBIRE K., KIWALO L., NEDIE, BENGALY Z., SOME N.C. et ZERBO L. pour leur soutien moral et leur conseils.

Que ceux dont les noms n'ont pu être cités trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

L I S T E D E S F I G U R E S

- Fig. n° 1 : Evolution de la pluviométrie annuelle de 1951 à 1990 (Station de Niangoloko).
- Fig. n° 2 : Pluviométrie décadaire de 1990 (Station de Niangoloko).
- Fig. n° 3 : Humidité relative, 1990. Station de Niangoloko
- Fig. n° 4 : Températures moyennes mensuelles 1990 Station de Niangoloko
- Fig. n° 5 : Evolution des rendements et des surfaces en mil au Burkina Faso
- Fig. n° 6 : Evolution des rendements et des surfaces en arachide au Burkina Faso.
- Fig. n° 7 : Evolution des surfaces et des rendements en coton au Burkina Faso
- Fig. n° 8 : Consommation annuelle d'engrais au Burkina Faso
- Fig. n° 9 : Teneurs en carbone, en matière organique et en azote total en fonction des traitements
- Fig. n° 10-11 : Evolution de la teneur en carbone en fonction de la profondeur.
- Fig. n° 12 : Rapport C/N des différents traitements
- Fig. n° 13 : Phosphore assimilable par traitement
- Fig. n° 14-15 : Evolution du pH eau en fonction de la profondeur du sol.
- Fig. n° 16-17 : Evolution du pH KCl en fonction de la profondeur du sol.
- Fig. n° 18 pH eau, pH KCl et acidité potentielle
- Fig. n° 19 : Acidité d'échange et aluminium échangeable.
- Fig. n° 20-21 : Dégagement journalier de CO₂ par traitement

- Fig. n° 22 : Dégagement journalier cumulé de CO₂/traitement
- Fig. n° 23 : Evolution des TMG (%) en fonction des traitements
- Fig. n° 24 : Evolution des TMG cumulés en fonction des traitements
- Fig. n° 25 : Températures sous abri du mois d'Avril (Kamboinsé, 1991).
- Fig. n° 26 : Relation teneurs en azote et teneurs en carbone organique.
- Fig. n° 27 : Relation teneurs en aluminium échangeable et teneurs en carbone organique.
- Fig. n° 28 : Relation poids nodules et teneurs en aluminium échangeable.
- Fig. n° 29 : Relation nombre de bonnes graines et teneurs en aluminium échangeable.
- Fig. n° 30 : Relation nombre de bonnes graines et poids des nodules.
- Fig. n° 31 : Relation rendements et poids de 100 bonnes graines.

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

L E S T E D E S T A B L E A U X

- Tableau n° 1 : Rendements en arachide en fonction des années (1971-1990) et des types d'assolements
- Tableau n° 2 : Rendements en maïs et en mil de 1971 à 1990 et par type d'assolements.
- Tableau n° 3 : Résultats arachide 1990 : Analyse de variance.
- Tableau n° 4 : Résultats d'analyse factorielle fumier x céréales x sur l'arachide, 1990.
- Tableau n° 5 : Analyse factorielle : Analyse de récolte arachide.
- Tableau n° 6 : Résultats maïs : Analyse de variance.
- Tableau n° 7 : Résultats mil : Analyse de variance.
- Tableau n° 8 : Analyse chimique : Analyse factorielle.
- Tableau n° 9 : Marges brutes/ha/traitement.

-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0--

R E S U M E

Cette étude a pour support un essai de longue durée et a pour but d'étudier les effets de différentes rotations à base d'arachide, des fumures organiques et minérale sur les rendements en arachide, maïs et mil et sur l'évolution du sol.

Après avoir examiné l'état de fertilité et les rendements en culture extensive, on a étudié les effets de différentes techniques culturales sur l'évolution des rendements et des caractéristiques chimiques du sol. Il en est ressorti l'intérêt de la matière organique sur la limitation de l'acidification et de la toxicité aluminique et l'importance de la fixation symbiotique.

Des études de corrélations et de rentabilité économique viennent en appoint pour confirmer certaines hypothèses et permettre de dégager des conclusions et de retenir les meilleures rotations.

MOTS CLES : essai, rotation, matière organique, engrais, rendements, évolution, acidification, toxicité, fixation symbiotique, corrélation, rentabilité.

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

I N T R O D U C T I O N

L'agriculture est un secteur privilégié de l'économie burkinabè. Cependant les rendements des cultures notamment céréalières stagment ou croissent très peu depuis des decennies, pendant que la démographie s'accroît vite. (PIERI, 1989). Les causes de ces faibles niveaux sont nombreuses, complexes et interactives. Il s'agit notamment des facteurs climatiques, édaphiques et socio-économiques (PNUD/FAO, 1981).

De façon générale, l'état de fertilité des sols du Burkina demeure une contrainte majeure au développement de l'agriculture. La plupart des sols, selon le BUNASOLS (1985) cité par SOME (1989), sont des ferrugineux tropicaux lessivés et sur matériaux sableux, sablo-argileux ou argilo-sableux.

Les sols tropicaux sont caractérisés par la rapidité de minéralisation des matières organiques, surtout quand ils sont sous culture, entraînant une chute du taux de matières organiques, taux souvent inférieur à 3 % sous végétation naturelle (SIBAND, 1974 cité par PIERI, 1989) et de l'ordre de 0,5 % dans les zones arides sur sols sableux (PIERI, 1989). Cette baisse du taux de matières organiques s'accompagne d'une acidification du sol (SEDOGO, 1981 ; BONZI, 1989 ; HIEN, 1990). En plus du faible taux de matières organiques, les sols sont caractérisés par leur faible CEC et les éléments fertilisants limitants sont l'azote et le phosphore (HIEN, 1990). A cette pauvreté chimique des sols s'ajoute la dégradation de leurs propriétés physiques (porosité, cohésion, stabilité structurale, perméabilité à l'eau) souvent aggravées par l'érosion (AYANABA et OKIGBO, 1974). Il s'en suit une dégradation des propriétés biologiques de ces sols. La mise en culture prolongé affecte ces propriétés physiques, chimiques, et biologiques.

.../...

2.

Le mode de restauration traditionnelle de la fertilité des sols est la jachère. Celle-ci est rare ou de courte durée dans les zones à forte densité de population tel que le Plateau Central (LACOSTE, 1980).

Par ailleurs la non restitution des résidus de récolte (exportation quasi-totale des pailles) et la non intégration agriculture-élevage (SEDOGO, 1981 ; LOMPO, 1983) posent le problème sérieux de la restauration de la fertilité des sols soumis à l'érosion et à la minéralisation très poussée (PICHOT, EGOUMENIDES et VELLY, 1979).

Entre autres pratiques culturales permettant la restauration de la fertilité des sols on a la restitution au sol des débris de récolte, l'utilisation de fumier, de compost et de fumure minérale, les rotations intégrant une légumineuse fixatrice d'azote.

La présente étude porte sur le suivi de l'évolution des rendements et des caractéristiques chimiques du sol en fonction de différents types de rotations avec utilisation de fumures organique et minérale.

Le plan d'étude présente les parties suivantes :

- les généralités sur le milieu physique et méthodes d'étude et d'analyse.
- les résultats et discussions permettront de suivre l'impact de différentes techniques culturales sur la fertilité.
- la conclusion va consister à proposer des techniques adéquates de culture et à faire des suggestions pour améliorer ces techniques.

.../...

I. GENERALITES

1.1. PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE

1.1.1. Situation géographique

La station expérimentale agricole de Niangoloko est située à 5° de longitude Ouest et 10° de latitude Nord. Localisé dans la province de la COMOE (Ouest du Burkina Faso), Niangoloko est situé à 45 Km de Banfora et 20 Km de la frontière avec la Côte-d'Ivoire. La limite naturelle à ce niveau est le fleuve Léraba. La station occupe une superficie de 284 ha dans la forêt classée de Niangoloko.

1.1.2. Climatologie

Le climat de Niangoloko correspond à celui de la zone Soudano-guinéenne selon l'échelle bioclimatique de l'Afrique de l'Ouest proposée par AUBREVILLE (1950) cité par l'IRHO (1980). En 1984, GUINKO reprend cette classification et distingue cinq (5) principaux climats, du moins au niveau du Burkina. (climat sahélien, climat sub-sahélien, climat nord-soudanien, climat sud-soudanien et climat sub-soudanien). Il situe donc Niangoloko dans le climat sub-soudanien qu'il qualifie de transition entre le climat guinéen à deux saisons de pluie et le climat soudanien à une seule saison. Selon lui, la zone correspondante s'étend à peu près au Sud du 10° parallèle et regroupe les régions de Kampti, Batié et Niangoloko.

La saison des pluies dure 6 à 7 mois et la moyenne annuelle des pluies que nous avons calculé sur 40 ans est de 1 196 mm. Les températures sont assez clémentes en saison de pluie (cf courbes températures) et l'hygrométrie varie entre 43,2 % midi et 92,5% le matin pendant la même saison. La direction des vents dominants est Sud-Ouest en saison pluvieuse et Nord-Est en saison sèche (Harmattan). Les vents ne sont pas violents en saison pluvieuse sauf pendant les tornades.

Fig 1: EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE ANNUELLE DE 1951 A 1990 (STATION DE NIANGOLOKO)

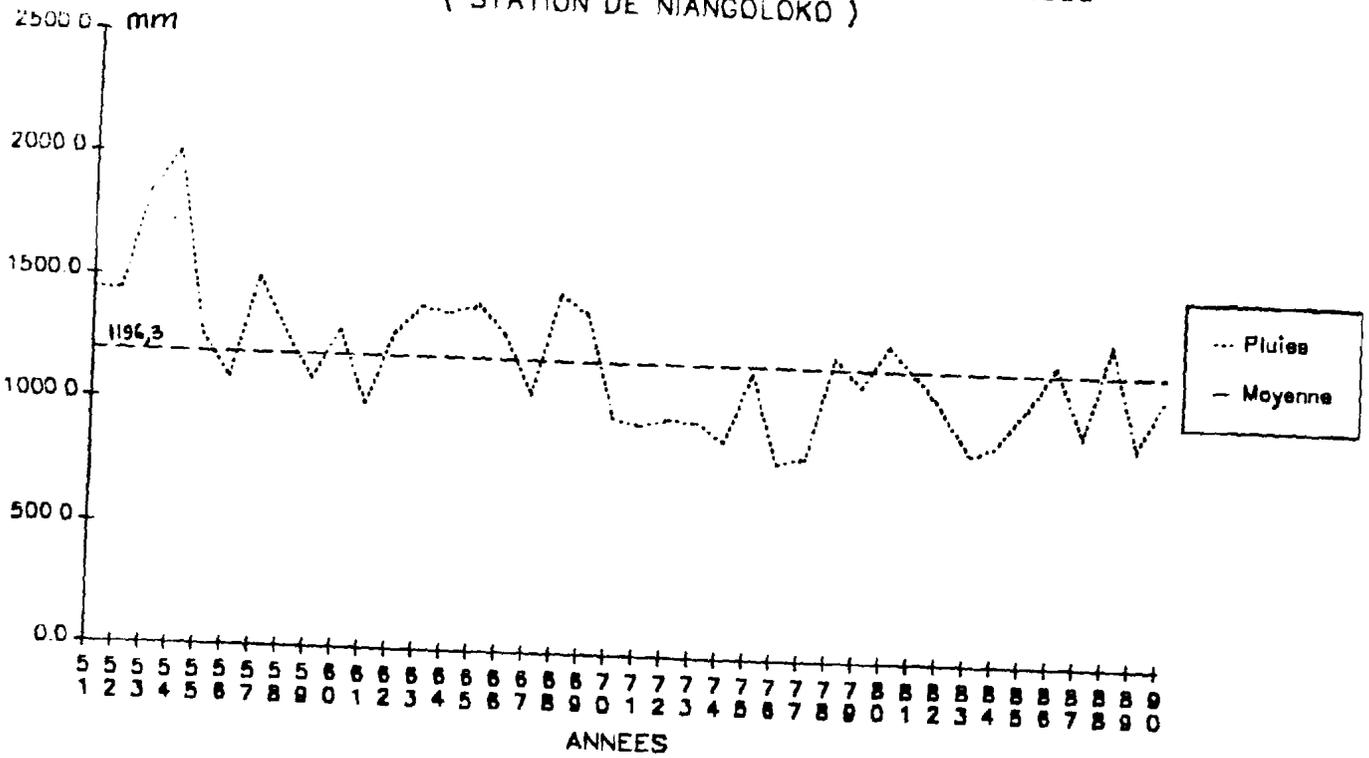


Fig 2: PLUVIOMETRIE DECADEAIRE DE 1990 (STATION DE NIANGOLOKO)

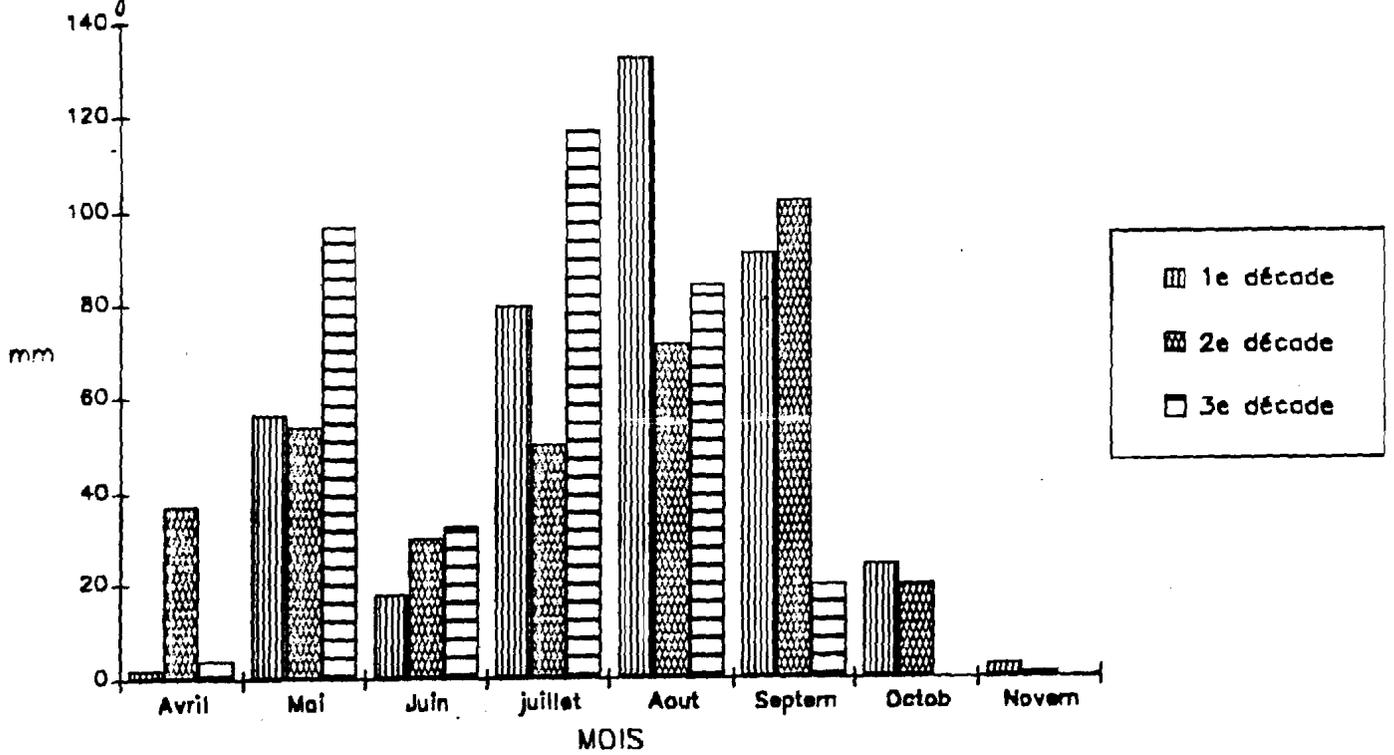


Fig4: TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES, 1990
STATION DE NIANGOLOKO

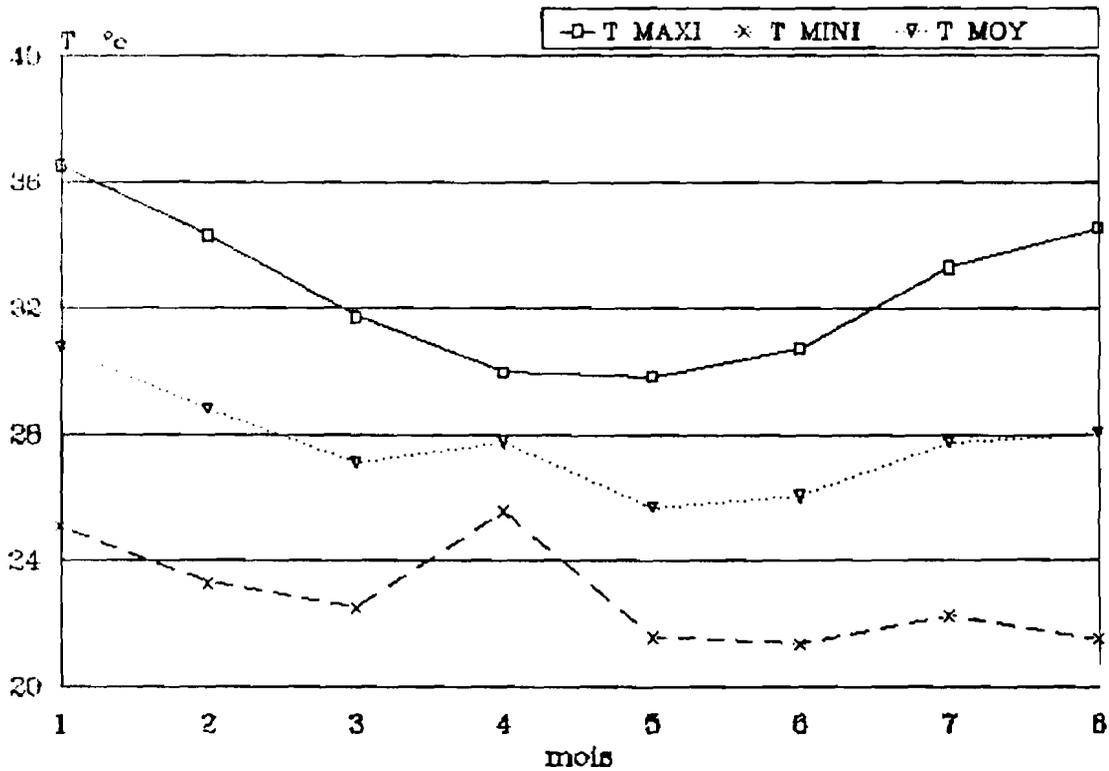
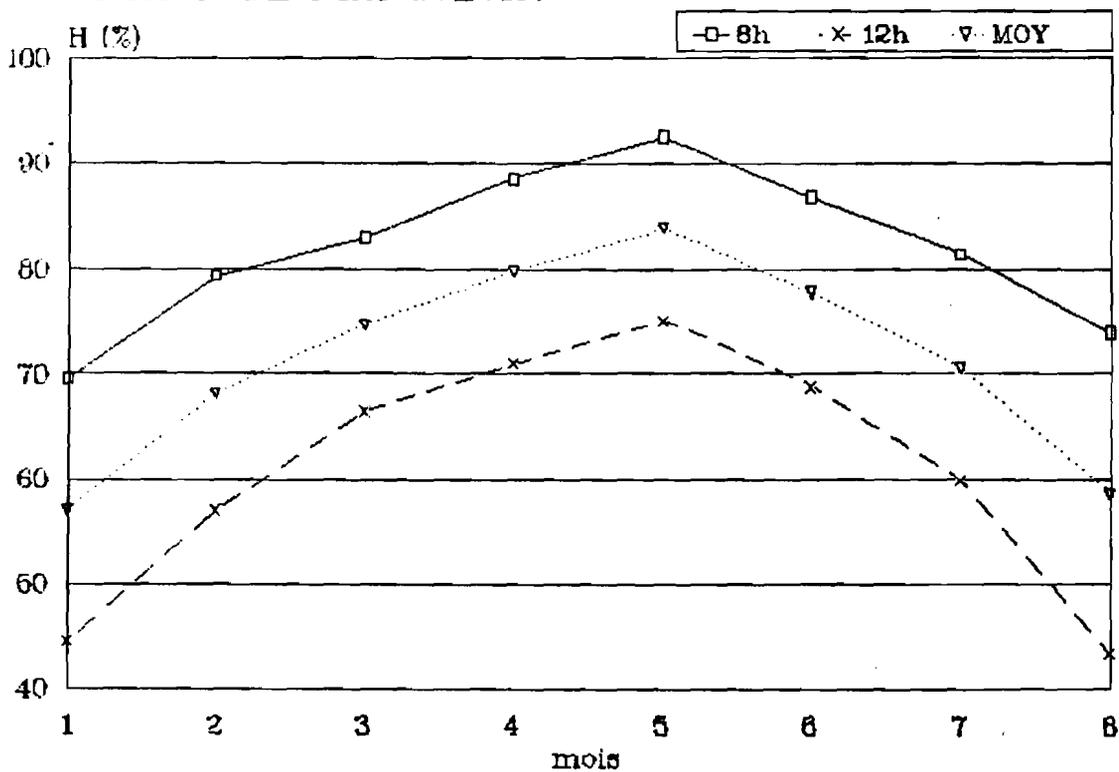


Fig 3: HUMIDITE RELATIVE, 1990
STATION DE NIANGOLOKO



1.1.3. Les sols

Les sols de Niangoloko dérivent du grand massif granitique de Korhogo-Soubaka (ARNOULD 1954 cité par l'IRHO), sauf du côté de Banfora où la falaise est issue de formation cambrienne constituée de grès. On y distingue cinq (5) principaux types de sols :

- les sols beiges faiblement ferrallitiques, très sableux et présentant une faible CEC du fait de l'absence de colloïdes organo-minéraux. Ces sols conviennent à l'arachide.
- les sols à concrétions ferrugineuses présentant un horizon d'accumulation latéritique durci à une profondeur moyenne de 50 cm et de nombreux gravillons latéritiques en surface.
- les cuirasses ferrugineuses présentes à de nombreux endroits sous forme d'une roche dure de couleur rouille.
- les sols beiges lessivés uniquement en bas de pente au voisinage du marigot et composés uniquement de sables quartzeux. Leur valeur agronomique est presque nulle. Le niveau de la nappe phréatique est plus élevé à cet endroit pour aboutir aux sols hydromorphes.
- les sols hydromorphes se situent le long du marigot sud en bande étroite. Ils sont pauvres en matières organiques, avec une faible capacité de rétention et, du fait que le plan d'eau est trop près de la surface en saison pluvieuses, seul le riz peut être cultivé. (IRHO, 1980).

La majeure partie de la station est occupée par les sols beiges faiblement ferrallitiques, pauvres en matières organiques, fortement carencés en bases échangeables, en azote minéral et en phosphore assimilable à cause de l'importance du lessivage.

.../...

1.1.4. Végétation

La zone est représentée par des savanes arborées et arbustives avec un couvert graminéen dense, couvrant tout le sol en saison pluvieuse.

Sur les affleurements de cuirasse et les sols à concrétions, on a surtout les arbres suivants : Afromosia laxiflora, Daniella clivieri, Prosopis oblongo, Terminalia macroptera, Butyrospermum parkii, Parkia biglobosa.

Sur les sols profonds on a des forêts très claires à dominance de Daniella clivieri, Anona senegalensis, Acacia samaryana, Butyrospermum parkii, Adansonia digitata et en nombre plus réduit Cedrela odorata, Parkia biglobosa, Parinari sp et Bauhinia reticulata

Dans les basfonds on a quelques arbustes isolés tels que Khaya senegalensis, Daniella clivieri, Prosopis oblongo etc... (IRHO, 1980).

1.2. Pratiques culturales et évolution de la fertilité et des rendements.

1.2.1. Etats de fertilité des sols du Burkina Faso

1.2.1.1. Introduction : Notion de fertilité des sols.

Selon PIERI (1989), la fertilité peut se définir comme un potentiel de production d'un milieu à une époque donnée, potentiel qui dépend beaucoup des composantes physiques du milieu tel que le climat et les sols (on parle donc de fertilité du milieu et non de fertilité du sol car deux sols identiques, soumis à des conditions climatiques différentes, n'auront pas forcément le même effet sur une culture donnée).

21

Cette fertilité du milieu est appelée *fertilité potentielle*, la fertilité actuelle qui dépend des facteurs naturels, intrinsèques au sol (profondeur, structure, perméabilité, CEC...) et extrinsèques (liés essentiellement au climat : vent, intensité des pluies, insolation etc...).

Mais toujours selon PIERI, compte tenu des coûts d'extériorisation, ce potentiel de production correspond à l'optimum technico-économique des agriculteurs, au delà duquel le surcoût occasionné par l'intensification technique dépasserait le gain de production qu'elle permet de réaliser. Ce potentiel est rendu possible grâce à l'interaction facteurs naturels/facteurs anthropiques (mécanisation, irrigation, utilisation de semences sélectionnées, utilisation des moyens de défense des cultures, fumure-minérale et organique). Ces techniques de culture augmentent donc la fertilité du milieu et conduisent à la notion de fertilité potentielle qui est le rendement maximum que l'on peut obtenir d'une culture dans des conditions rendues optimales.

Cette fertilité potentielle se définit, selon PIERI, par le potentiel technico-économique, qui est rarement atteint car les agriculteurs préfèrent produire à moindre coût pour minimiser les effets des risques (aléas climatiques notamment sécheresse).

En se référant aux définitions de BOIFFIN et SEBILLOTTE, 1982 cités par PIERI, 1989 ; de SOLTNER, 1986, on peut dire, en résumé, que la fertilité d'un milieu est son aptitude à produire qualitativement et quantitativement des cultures de façon durable, eu égard aux techniques culturales, aux facteurs économiques, sociaux et historiques.

Ainsi PIERI (1989) pense justement que "toute recommandation agronomique en matière de gestion de fertilité d'un espace agricole doit résulter de la confrontation entre la connaissance du milieu physique et celle de la réalité agricole propre à cet espace".

Aussi les facteurs anthropiques doivent concourir à améliorer les propriétés hydriques, physico-chimiques et biologiques du sol, la croissance et le développement des cultures. Le facteur climat étant difficilement maîtrisable, il est plus que nécessaire de mettre l'accent sur les techniques culturales, étant donné par ailleurs que les sols ont une faible fertilité actuelle. Toute technique utilisant la matière organiques définira la fertilité organique qui peut se traduire par le rôle de la matière organique dans le maintien et l'amélioration de ces propriétés physico-chimiques et biologiques.

1.2.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols du Burkina Faso.

L'immense majorité des sols du Burkina est représentée par des sols ferrugineux tropicaux (DUCHAUFOR et SOUCHIER, 1977 cités par SEDOGO, 1981). Selon l'ORSTOM (1970) cité par PIERI (1989), les régions à valeur agricole faible ou nulle, du fait de cuirasses et sols gravillonnaires peu épais et de sols salsodiques représentent 35 % du territoire nationale. Les terres agricoles représentent le tiers (1/3) du territoire national. Elles se caractérisent par leur pauvreté chimique et leur fragilité plus accentuée au Nord où il y a une sur-occupation et une faible couverture végétale. (PNUD/FAO, 1981).

En effet le groupe des sols ferrugineux a un complexe absorbant désaturé, pauvre en bases échangeables, une faible CEC, d'une part résultant du taux et de la nature d'argile (prédominance de Koalinite) et d'autre part, des faibles teneurs en matières organiques (SEDOGO, 1981) souvent inférieures à 3 % sous végétation naturelle du fait de la rapidité de la minéralisation (SIBAND, 1974 cité par PIERI, 1989) et de l'ordre de 0,5 % en zone aride sur sols sableux (PIERI, 1989).

Ils sont d'autre part caractérisés par une faible perméabilité (15 à 25 mm/h), une structure massive et un état de surface pelliculaire (PIERI, 1989).

La classe des sols ferrallitiques est également bien représentée, elle est développée sur grès et sur granite. Là aussi l'argile dominante est la kaolinite liée au fer. La minéralisation de la matière organique est rapide et une pente de 2 % favorise l'érosion en nappe avec départ des colloïdes organiques et minéraux. Leur pH est souvent inférieur à 6. Ils ont un taux de saturation faible (50% à 70% en surface et < 50% en profondeur) et une CEC faible (4 à 5 méq/100 g de sol, < 4 méq/100 g sol sous culture). (HIEN, 1990).

Ces deux catégories de sols (ferrigineux de l'Ouest du Burkina et ferrallitiques de Farako-bâ) ont des teneurs en carbone comprises entre 0,47 et 0,76 %, une chute annuelle moyenne de 2% minimum sur l'horizon 0-20 cm après la mise en culture, une capacité d'échange médiane de 4,3 méq/100 g de terre sèche (elle peut descendre jusqu'à 2,42 à 1,62 méq/100g dans les sols dégradés), une acidité médiane (pH eau) de 5,9 pouvant aller en dessous de 5 avec apparition d'aluminium (variant de 0,02 à 0,80 méq/100 g de sol dans les sols dégradés) (IRCT/IN.E.R.A., 1983 ; BERGER et al., 1987 cités par HIEN, 1990).

Toutes ces caractéristiques dénotent la fragilité des sols burkinabè et leur pauvreté chimique, aggravées par la mise en culture.

Le suivi des rendements des principales cultures permettra d'apprécier l'évolution des potentialités de ces sols dans le cadre des systèmes traditionnels de culture.

1.2.2. Evolution des rendements

La figure n°8 montre une très faible consommation d'engrais au Burkina Faso des années 1966-67 jusqu'aux années 1975-76 (< 1000 T d'unités fertilisantes N + P2O5 + K2O). Parallèlement les surfaces et les rendements en arachide stagnent. Les rendements en mil croissent légèrement.

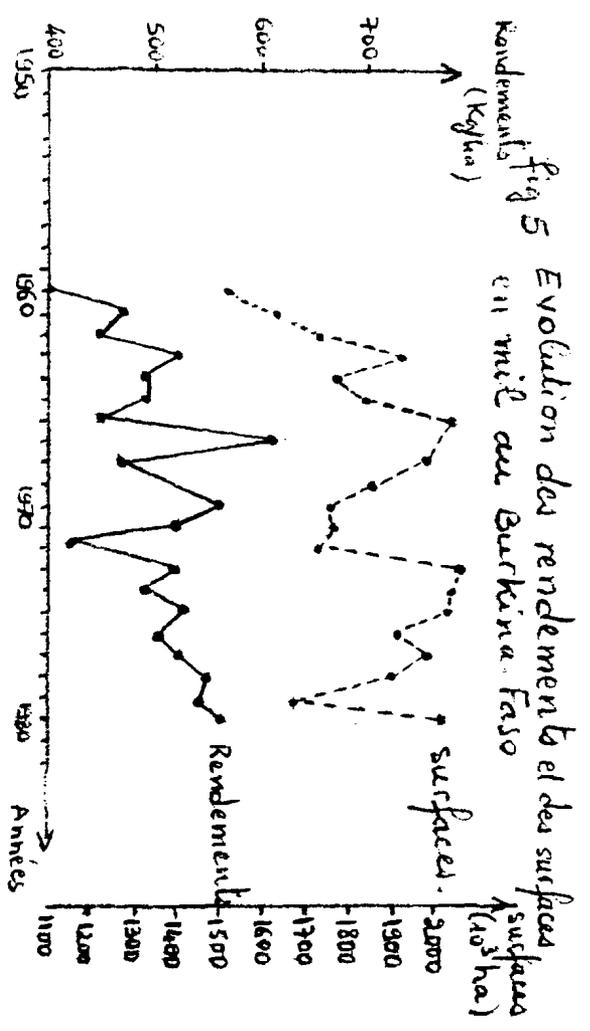
tandis que les surfaces en cotonnier ont légèrement cru entre 1960 et 1970, pour ensuite tendre vers la stabilisation jusqu'en 1980. Cependant les rendements en coton, eux, n'ont cessé de croître.

L'augmentation des rendements en coton correspond à un accroissement de la consommation d'engrais minéraux notamment le mélange NPK 14-23-14. La culture cotonnière a beaucoup bénéficié des apports techniques et financiers des organismes régionaux et internationaux qui ont rendu possible son intensification. Le caractère lucratif de cette culture de rente a d'avantage incité les paysans à la pratiquer.

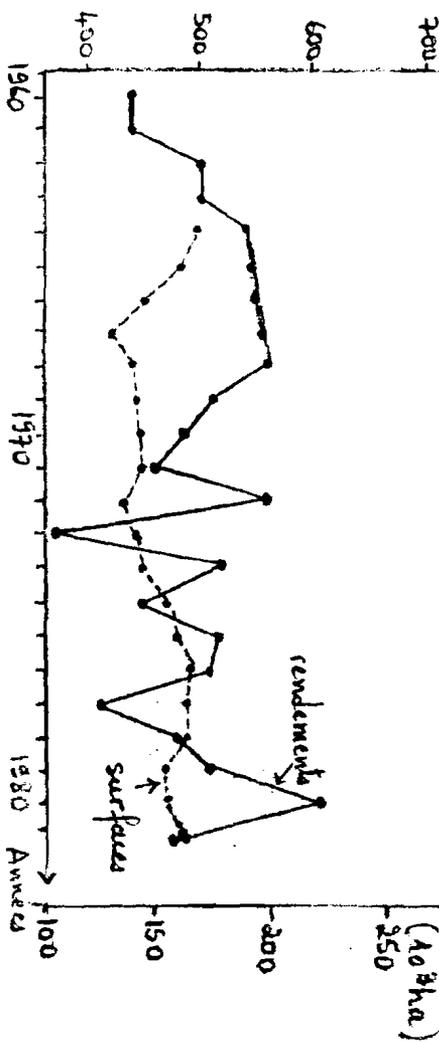
Les céréales, ont donc peu bénéficié de la fertilisation minérale du fait de sa cherté et de sa rentabilité peu certaine. L'augmentation des rendements en mil pourrait s'expliquer aussi par l'encadrement du monde rural par des organismes tels que les ORD (Organismes Régionaux de Développement). Mais dans l'ensemble les rendements céréaliers dans les conditions de culture traditionnelle restent bas ($< 600\text{Kg/ha}$).

L'arachide aussi a des rendements faibles, ce qui montre le manque d'intérêt d'intensification de cette culture par le paysan sur la période 1960-1982. Des maladies telles que la cercosporiose, la rouille et la rosette peuvent être l'une des causes des faibles rendements.

Mais à côté de ces facteurs d'ordre économique et sanitaire, l'un des facteurs d'évolution est le sol. En effet, selon HIEN (1990), les caractéristiques physico-chimiques défavorables limitent l'efficacité des engrais. La mise en culture prolongée des sols aggrave ces caractéristiques : chute de porosité de 15 % d'où augmentation de la densité apparente, doublement voire triplement de la cohésion du sol, très forte réduction de sa stabilité structurale et de sa perméabilité à l'eau. (PIERI, 1989).



Rendements (kg/ha), fig 6 Evolution des rendements et des surfaces en arachide au Burkina Faso.



source : chiffres BDPA cités par PIERI, 1989.

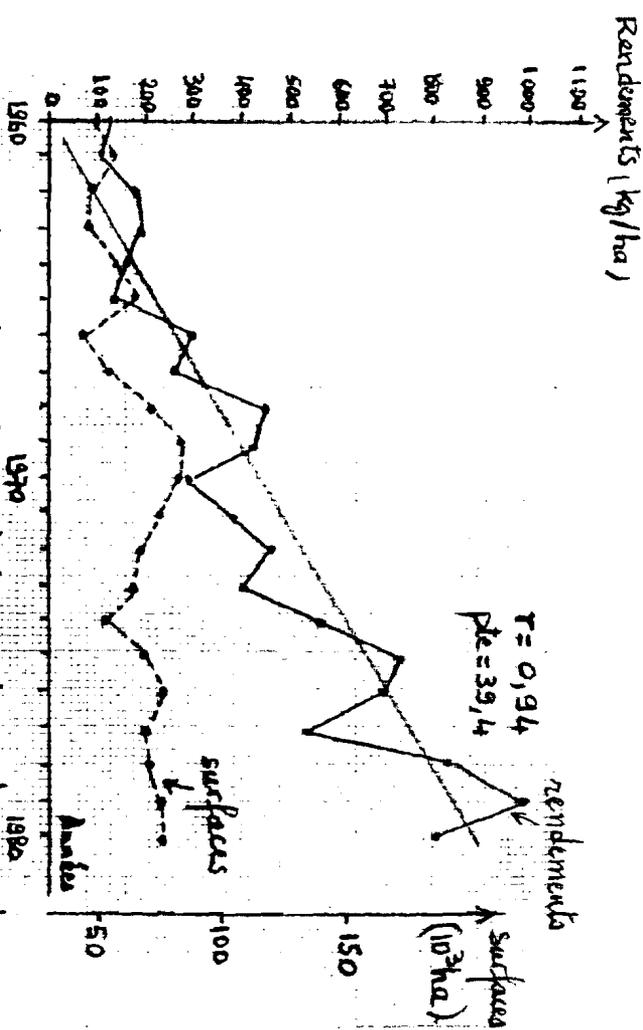
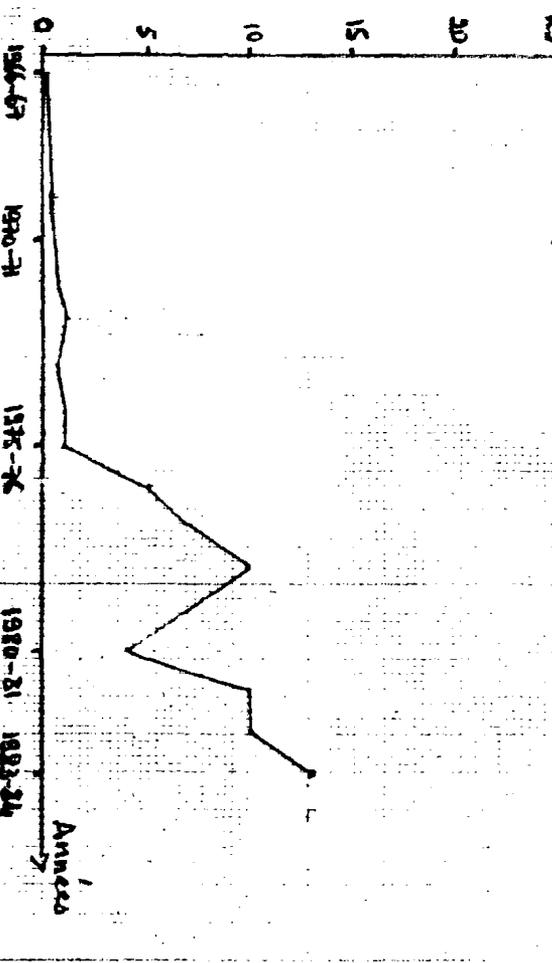


Fig 8 : consommation annuelle d'engrais au Burkina Faso. source FAO, 1984 citée par PIERI, 1989



- Impact des pratiques culturelles traditionnelles sur la fertilité

La solution en milieu paysan à cette baisse de fertilité était la jachère de plus ou moins longue durée. La jachère de longue durée permettait de reconstituer le stock organique du sol et de restaurer, sinon améliorer ses caractéristiques physico-chimiques. Cette pratique permettait de maintenir les rendements à un niveau plus ou moins constant mais faible. Malheureusement, l'accroissement démographique a eu pour effet, entre autres, de rompre l'équilibre alimentaire existant, et de réduire considérablement la durée des jachères, sinon même les annuler dans certaines régions à forte densité de population telle que le Plateau Central.

Cette tendance à la sédentarisation de l'agriculture entraîne à la longue une baisse considérable de fertilité, suite à une exploitation prolongée sans restitution organique ni minérale (SEDOGO, 1981). En effet des phénomènes d'acidification apparaissent et peuvent être accompagnés de toxicité aluminique ou manganique.

1.2.3. Modes de restauration de la fertilité des sols

Il est à remarquer que les champs situés aux abords immédiats des cases, dits champs de cases, ont des rendements nettement supérieurs à ceux des brousses. Cette différence s'explique par l'unique apport de matière organique (déchets de volailles, fumier, ordures ménagères) sur les champs de cases, d'autant plus que, nous l'avons vu, les paysans utilisent peu les engrais minéraux (SEDOGO, 1981 ; LOMPO, 1983).

Plusieurs chercheurs dont AYANABA, OKIGBO, 1975 ; FLAIG, 1975 ; CHARREAU et NICOU, 1971 cités par PIERI, 1989 ; WEY et OBATON, 1978 ; SEDOGO, 1981 ; HIEN, 1990, ont montré l'importance de la matière organique dans la fertilisation. Elle apparaît même comme le moteur de la fertilisation des sols tropicaux et son utilisation est recommandée pour plusieurs raisons :

- les engrais minéraux utilisés seuls sont non seulement très coûteux, ne sont pas efficaces dans toutes les régions agro-écologiques du Burkina (SOHORO et TADESSE, 1987) et leur utilisation prolongée entraîne des problèmes d'acidification (SEDOGO, 1981).
- l'utilisation des matières organiques permet de lever cette acidification, tout au moins de l'amener à un niveau acceptable par les plantes et la flore du sol (SEDOGO, 1981 ; BONZI, 1989).
- la matière organique augmente l'efficacité des fumures azotées et phosphatées (LOMPO, 1983 ; BADO, 1985 ; BONZI, 1989).
- la matière organique améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, créant ainsi un milieu favorable à l'alimentation hydrique et minérale des plantes (CHARREAU et NICOU cités par PIERI, 1989). Du fait de la richesse des sols (ferrugineux et ferrallitiques) en kaolinite "inactive" c'est à dire ayant une activité fixatrice en bases nulle, la matière organique s'avère nécessaire car la CEC est liée au taux et à la nature de l'argile, mais aussi à la teneur en matière organique du sol (GUIRA, 1988).
- la matière organique lutte contre certains parasites tels que le striga et les champignons.

* Examen des différents modes de gestion de la matière organique

- la réconstitution du stock organique par la jachère. C'est la mode de reconstitution naturelle consistant à laisser le sol sans culture pendant plusieurs années. Les herbes de la jachère jouent un rôle de paillis.
 - la gestion des résidus par le brûlis, le mulching et l'enfouissement. Les matières organiques sont brûlées au champ puis les éléments minéraux sous forme de cendres sont enfouis par le labour.
- Le mulching consiste à recouvrir le sol de résidus organiques en vue de limiter l'évaporation et de maintenir l'humidité dans les horizons supérieurs. L'enfouissement peut se faire en

début de cycle ou en fin de cycle. Il peut entraîner un effet dépressif qui peut être évité grâce à l'adjonction d'azote notamment sous forme d'urée.

- les déjections animales : poudrette et contracts de parcage. Les contracts de parcage observés chez certains paysans permet d'enrichir les champs des déjections animales.

- le fumier. Son acquisition est facilitée par l'intégration agriculture-élevage qui n'est pas encore de règle au Burkina Faso (SEDOGO, 1981 ; LOMPO, 1983).

- le compost (aérobie ou anaérobie) est un engrais organique résultant de la fermentation aérobie ou anaérobie des matières organiques biodégradables. Le compost anaérobie doit subir une finition aérobie pour être considéré comme mûr car son rapport C/N est élevé. (LOMPO, 1983 ; BONZI, 1989 ; NGAMINE, 1990).

- on peut ajouter les engrais verts qui sont des plantes cultivées pour être enfouies par la suite. Leurs produits de décomposition sont plus riches en éléments simples assimilables par les plantes qu'en humus stables. Ils produisent des substances préhumiques. (SOLTNER, 1986).

La jachère s'amenuise en superficie et en temps qui lui est consacré, sinon même, elle est inexistante dans certaines régions. Les techniques culturales archaïques ne permettent pas l'enfouissement et le mulching est absent du fait de l'exportation quasi-totale des résidus de récolte. Les ordures ménagères et le fumier sont répandues dans les champs de cases.

.../...

II. MATERIEL ET METHODE D'ETUDE

2.1. Matériel d'étude

2.1.1. Matériel végétal

Il est constitué de l'arachide, du maïs et du mil.

- Arachide hâtive : KH 149A sur la période 1961-1982.
- Arachide tardive: var 1040 (1961-1974) : RMP 12 (1975-1982) ; RMP91 (1983-1990).
- Maïs : Massayomba (1961-1977) ; IRAT Z80 (1978-1983) ; SR22 (1989-1990).
- Mil : mil de SEFA (1961-1977) ; mil 12 (1978-1979) ; var locale (1980-1988) ; P8 (1989-1990).

2.1.2. Les sols

Les prélèvements des sols ont lieu annuellement en fin Mars- début Avril et portent sur toutes les parcelles et sur cinq (5) horizons (0-10 cm ; 10-20 cm ; 20-40 cm ; 40-60 cm ; 60-80 cm).

2.1.3. Le fumier

Le fumier utilisé est de la terre de parc, c'est à dire un mélange de terre et de bouses de vaches provenant de plusieurs parcs à boeuf à quelques Km des parcelles d'expérimentation. Il est obtenu chaque année sur simple demande verbale formulée auprès des Peulhs éleveurs.

Caractéristiques chimiques du fumier

C%	M.O.%	N%	C/N
13,88	23,93	0,678	20,47

.../...

2.2. Méthodes d'étude

2.2.1. But de l'essai

La station a été créée en 1949 avec pour but initial d'étudier le karité sous différents aspects (exploitation, amélioration des modes de transformation traditionnelle de ses produits, les amendes) à partir de 1950. Plus tard en 1959, les expériences ont porté uniquement sur les oléagineux annuels (arachide, sésame, soja). Actuellement plusieurs études y sont conduites et portent notamment sur la fertilisation, les systèmes de culture, la sélection et la défense des cultures.

L'essai "rotation intensive" est un essai de longue durée installé à Niangoloko depuis 1960 avec pour but d'étudier les effets des différentes rotations, des fumures organiques et minérales sur la production de l'arachides, du maïs et du mil, et l'évolution du sol.

2.2.2. Dispositif expérimental et traitements

C'est un dispositif de type factoriel. Il intègre les facteurs céréales-légumineuses et fumure organo-minérale et correspond à sept types d'assolements comme suit :

année	R	S	T	U1	U2	V	W
1	A	A	A	A	A	A	A
2	M	MS	M	M	MS	MS	-
3	J	-	-	-	-	M	-
4	J	-	-	-	-	-	-

A = Arachide, M = Mil, J = Jachère, MS = Maïs

U1 et U2 proviennent de la subdivision en 1933 de U (Arachide-mil-(Arachide hâtive-sésame)-mil).

Certains assolements apparaissent identiques mais diffèrent par la fumure reçue ou sa fréquence d'apport.

Les fumures utilisées et le plan de l'essai pour la campagne 1990-91 se trouvent sur les tableaux ci-après.

Traitements	FUMURES APPLIQUEES
R	Arachide : [2,5 T/ha fumier [Super-simple 75 Kg/ha du billonnage Mil : pas d'apport Jachère 2 ans : cendres enfouies
S	Arachide : [fumier 2,5 T/ha [super-simple 75 Kg/ha au billonnage Maïs : [fumier : 2,5 T/ha [sulfate d'ammoniaque 200 Kg/ha (100Kg billonnage + [100 Kg 35 j.a.s.) [Super-triple : 50 Kg/ha au billonnage
T	Arachide : [fumier 2,5 T/ha [super-simple 75 Kg/ha au billonnage Mil : [Kcl 50 Kg/ha au semis [sulfate d'amm. 200Kg/ha (100Kg billonnage + [100Kg 35 j.a.s.) [Super-triple 50 Kg/ha au semis
U1	Arachide : [fumier 2,5 T/ha [Super-simple 75Kg/ha au billonnage Mil : [fumier 2,5 T/ha tous les ans [sulfate d'amm. 200 Kg/ha (100 Kg semis + [100 Kg 35 J.A.S.) [Super-triple 50Kg/ha
U2	Arachide : [fumier 2,5 T/ha [Super-simple : 75 Kg/ha au billonnage Maïs : [Kcl 50 Kg/ha billonnage [Sulfate d'amm. 200 Kg/ha (100 Kg billonnage + [100 Kg 35 j.a.s.) [Super-triple : 50 Kg/ha au billonnage

V	Arachide :	[fumier 2,5 T/ha [Super-simple : 75Kg/ha au billonnage
	Maïs :	[fumier 2,5 T/ha [Sulfate d'amm. 200 Kg/ha (100 Kg billonnage + [100 Kg 35 j.a.s.) [Super-triple 50 Kg/ha billonnage
	Mil :	[Kcl 50 Kg/ha au semis [Sulfate d'amm. 200 Kg/ha (100 Kg billonnage + [100 Kg 35 j.a.s.) [Super-triple : 50 Kg/ha au semis
W	ARACHIDE :	[fumier 2,5 T/ha [super-simple : 75 Kg/ha au billonnage

2.2.3. Paramètres mesures

Les paramètres suivants ont été pris en considération :

- pour l'arachide : levée, test de vigueur, nombre et poids des modules, rendements gousses et fanes, analyse de récolte sur 500 g de gousses par parcelle.

- pour le maïs, : levée, nombre d'épis, poids des épis, hauteur tige, rendements.

- pour le mil : rendements grains et tiges, le nombre d'épis fertiles, le nombre d'épis stérilisés, le nombre de talles par poquet.

2.2.4. Calendrier cultural

9/05/90 Défrichage et brûlage des débris sur les parcelles en Maïs, Mil et Jachère de deux ans et épandage cendres.

10, 11/05/90 Prélèvement terre parcelles en arachide et entretien

15, 16/05/90 Piquetage de tout l'essai (parcelles arachides, maïs et mil)

23, 24/05/90 Epandage fumier sur parcelles en arachide et binage

25/05/90 Epandage fumier sur parcelles en maïs et mil

26/05/90 Billonnage parcelles en arachide et désherbage parcelles en maïs et mil.

31/05/90 Désherbage le long du grillage et des allées
1/06/90 Semis parcelles en arachide à deux graines traitées
9/06/90 Epandage engrais sur parcelles en arachide
14/06/90 Semis parcelles en maïs
18/06/90 Epandage des engrais et billonnage parcelles mil
19/06/90 Comptage de levée parcelles en arachide
22/06/90 Epandage engrais parcelles maïs
25/06/90 Semis parcelles en mil
4/07/90 Epandage engrais parcelles en mil
7/07/90 Désherbage parcelles en arachide
16/07/90 Désherbage parcelles en maïs
16/07/90 Test de vigueur et diagnostic foliaire sur parcelles
arachide
17/07/90 Rebillonnage parcelles arachide
20/07/90 Démariage, repiquage et désherbage parcelles en mil
21/07/90 Comptage de levée parcelles en maïs
31/07/90 Deuxième application sulfate d'ammoniaque et billonnage
parcelles maïs
31/07 et 1/08/90 Prélèvement pieds et comptage des nodules
arachide
11/08/90 Désherbage parcelles en mil et épandage engrais
22,23/08/90 Désherbage à la main parcelles en arachide
5/09/90 Prélèvement 10 pieds par parcelle et comptage des
nodules dans zones tachées jaunes
17/10/90 Récolte des parcelles en maïs
20/10/90 Récolte des parcelles en arachide
22, 23, 24/10/90 Egoussage parcelles en arachide
3,4/12/90 Récolte parcelles en mil

.../...

ESSAI ROTATIONS INTENSIVES 1990

B 1	:P 1 :T :MIL :F2	:P 2 :R :MIL :	:P 3 :S :ARA. :F1	:P 4 :S :MAIS :F1	:P 5 :W :ARA. :	:P 6 :U1 :ARA. :F1	:P 7 :U2 :ARA. :F2	:P 8 :V :MAIS :
B 1	:P 9 :V :MIL :	:P 10 :R :J2 :	:P 11 :R :J1 :	:P 12 :U1 :MIL :F1	:P 13 :T :ARA. :F2	:P 14 :U2 :MAIS :F2	:P 15 :V :ARA. :	:P 16 :R :ARA. :
B 2	:P 17 :S :ARA. :F1	:P 18 :S :MAIS :F1	:P 19 :V :ARA. :	:P 20 :R :J2 :	:P 21 :R :ARA. :	:P 22 :R :J1 :	:P 23 :V :MIL :	:P 24 :U1 :ARA. :F1
B 2	:P 25 :R :MIL :	:P 26 :U2 :MAIS :F2	:P 27 :U2 :ARA. :F2	:P 28 :W :ARA. :	:P 29 :T :ARA. :F2	:P 30 :T :MIL :F2	:P 31 :V :MAIS :	:P 32 :U1 :MIL :F1
B 3	:P 33 :U1 :ARA. :F1	:P 34 :V :MIL :	:P 35 :T :MIL :F2	:P 36 :T :ARA. :F2	:P 37 :U2 :MAIS :F2	:P 38 :R :MIL :	:P 39 :V :ARA. :	:P 40 :U1 :MIL :F1
B 3	:P 41 :V :MAIS :	:P 42 :R :ARA. :	:P 43 :W :ARA. :	:P 44 :R :J1 :	:P 45 :R :J2 :	:P 46 :S :ARA. :F1	:P 47 :U2 :ARA. :F2	:P 48 :S :MAIS :F1
B 4	:P 49 :R :J1 :	:P 50 :U1 :ARA. :F1	:P 51 :V :MAIS :	:P 52 :R :ARA. :	:P 53 :U2 :MAIS :F2	:P 54 :R :MIL :	:P 55 :U1 :MIL :F1	:P 56 :W :ARA. :
B 4	:P 57 :T :ARA. :F2	:P 58 :T :MIL :F2	:P 59 :V :ARA. :	:P 60 :V :MIL :	:P 61 :S :ARA. :F1	:P 62 :R :J2 :	:P 63 :S :MAIS :F1	:P 64 :U2 :ARA. :F2

2.3. Méthode d'analyse

2.3.1. pH eau, pH KCl

Les mesures ont été faites par la méthode électrométrique utilisant un pH mètre TACUSSEL à électrode en verre et à lecture directe. La solution servant à la lecture se prépare dans le rapport terre/eau ou terre/KCl = 1/2,5. On utilise une solution de KCl N pour le pH KCl.

2.3.2. Le carbone

Le dosage du carbone organique a été fait par la méthode de WALKLEY et BLACK.

Le principe repose sur la propriété du dichromate de potassium à oxyder le carbone de la matière organique et le dosage en retour de l'exès de dichromate de potassium en solution N par du sel de Mohr 0,5N en présence d'un indicateur de carbone à base de phénanthroline.

Le pourcentage de carbone dans le sol est déterminé par la formule suivante:

$$C \% = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,3 \times 1,33}{P}$$

V_1 = volume de sel de Mohr utilisé pour le blanc (sans carbone)

V_2 = volume de sel de Mohr utilisé pour l'échantillon

N = normalité du sel de Mohr

P = prise d'essai.



2.3.3. Azote total

Les échantillons de sol sont d'abord minéralisés par la méthode KJELDAHL qui consiste en une attaque de l'échantillon par de l'acide sulfurique concentré bouillant en présence d'un catalyseur dit de DUMARZET et MARCELET, attaque qui aboutit à la transformation des formes organiques de l'azote en ammoniac. En présence de soude 10N, l'ammoniaque est déplacée et recueillie dans une solution d'acide borique à 2 % et d'indicateur coloré (rouge de méthyl + vert de bromocrésol) puis dosée directement par de l'acide sulfurique N/50.

Les teneurs en azote se calculent de la manière suivante :

$$N_{ppm} = \frac{(X-x) \times 280}{P} \qquad N\% = \frac{N_{ppm}}{10\ 000}$$

X = volume de H_2SO_4 N/50 pour l'échantillon

x = volume de H_2SO_4 N/50 pour le blanc

P = prise d'essai en g.

2.3.4. Acidité d'échange

Elle mesure la concentration en ions H^+ et AL^{3+} exprimée en méq/100 g de sol. Ces ions sont extraits par une solution de KCl N. On dose l'acidité d'échange sur l'extrait par la soude 0,05 N en présence de phénol phtaléine. Les hydroxydes d'alumine qui découlent des réactions sont dosés par du fluorure de sodium pour déterminer la concentration en aluminium.

$$\text{Acidité d'échange (méq/100 g de sol)} = \frac{X \cdot 0,05 \times 100}{50}$$

$$\text{AL échangeable (méq/100 g de sol) Al.} = \frac{Y \cdot 0,05 \times 100}{50}$$

X = volume en ml de NaOH 0,05 N

Y = volume en ml de HCl 0,05 N.

.../...

2.3.5. Phosphore assimilable

Le phosphore assimilable est dosé par la méthode de BRAY II. Cette méthode permet d'extraire, à l'aide du fluorure d'ammonium en milieu acide, le phosphore lié au calcium et une partie du phosphore lié à l'aluminium et au fer. Puis l'extrait, en présence de réactif sulfomolybdique et d'indicateur (chlorure staneux), donne une solution colorée qui permet le dosage colorimétrique après étalonnage de l'appareil. On déduit les concentrations à partir de la courbe d'étalonnage.

2.3.6. Dosage du CO₂

Le dispositif utilisé a été décrit par VONG (1979), MOREL et al. (1979) ; SEDOGO (1981) cités par HIEM (1990).

Les sols (100g) ou les mélanges sols/fumiers, introduits dans des béciers de 100 ml, sont humidifiés au 4/9 de la capacité maximale de rétention en eau. Les béciers sont ensuite placés dans des bocaux de deux litres à fermeture hermétique avec un flacon contenant 20 ml de soude N/10 et un autre flacon d'eau distillée (20 ml) pour maintenir constante l'humidité du milieu.

Le CO₂ dégagé lors de la minéralisation est piégé par la soude. Les mesures du CO₂ se font quotidiennement pendant sept (7) jours puis tous les deux jours jusqu'à la fin de l'incubation, soit 21 jours au total. Le CO₂ fixé est précipité par le chlorure de barium (Ba Cl₂) à 3 % et la soude en excès est neutralisée par HCl N/10 en présence de phénolphtaléine.

.../...

La quantité de CO_2 dégagé par jour est exprimée en mg et donnée par la formule suivante :

$$Q \text{ (mg)} = (X \text{ blanc} - x \text{ traitement}) \times \frac{12}{2} \times N.$$

X blanc : volume moyen de HCl pour le blanc

x traitement = volume moyen de HCl pour le traitement

Le TMG (taux de minéralisation globale) en % se calcule comme suit :

$$\text{TMG} = \frac{\text{C. dégagé} \times 100}{\text{C. total}}$$

Le blanc est constitué de soude seule pour prendre en compte la carbonatation de l'air.

Les TMG rendent compte de l'aptitude à la biodégradation de la matière organique et de l'activité minéralisatrice du sol.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Incidence des rotations sur l'évolution des rendements et des caractéristiques chimiques du sol.

L'essai installé depuis 1960 a subi quelques modifications en 1983. En effet la rotation quadriennale U (arachide-mil- (arachide hâtive et sésame)- mil) a été subdivisée en U₁ (arachide-mil) et U₂ (arachide-maïs). Les comparaisons des moyennes des rendements vont donc porter sur deux périodes : 1971-1982 ; 1983-1990. La période 1961-1970 n'est pas prise en compte.

3.1.1. Evolution des rendements de 1971-1982

En rappel, les rotations concernant cette période sont :

- R = arachide-mil-jachère 1 an -jachère 2 ans, avec fumier sur arachide seule.
- S = arachide-maïs, avec fumier tous les ans.
- T = arachide-mil, avec fumier tous les deux ans
- U = arachide tardive-mil-(arachide hâtive/sésame)-mil), avec fumier sur arachide seule.
- V = arachide-maïs-mil, avec fumier sur arachide et maïs.
- W = arachide en continu avec fumier tous les ans.

Le fumier est apporté à la dose de 2,5 T/ha

On remarque que tous les assolements ont en tête une légumineuse (arachide) qui reçoit tous les ans du fumier à la dose de 2,5 T/ha. En plus du fumier, les différentes cultures reçoivent de la fumure minérale en quantité et de nature variées selon les rotations.

* Sur l'arachide

Les meilleurs rendements en gousses sont obtenus sur S, R, W et V. Les résultats d'analyse de variance disponibles distinguent la supériorité du groupe S, R et W sur les autres avec quelques fois en plus V. U et T viennent en dernière position avec à peu près les mêmes rendements.

La supériorité de S pourrait être due à sa fumure organo-minérale plus intense que les autres. Les rendements élevés sur W et R s'expliquent par la fréquence d'apport du fumier élevée sur W et l'effet de la jachère en plus du fumier sur l'arachide de la rotation R. Il ressort que la matière organique améliore les rendements mais que l'association fumure minérale/fumure organique bien proportionnée est meilleure. Effectivement les faibles fréquences d'apport du fumier et les doses élevées d'engrais minéraux sur U et T entraînent de mauvais rendements.

L'augmentation des rendements de R est probablement due à l'amélioration des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols par la jachère. Dans la zone de l'étude le recouvrement graminéen est total sur les parcelles en jachère. D'autre part la partie hypogée (racines notamment) est importante car le rapport partie épigée sur partie hypogée de la strate herbacée des savanes naturelles est égale à un et la profondeur d'enracinement est importante (cas des Andropogonées qui ont un puissant système racinaire pouvant atteindre 30 à 90 cm de profondeur). Les racines jouent un rôle d'encrage de la terre et constituent une source de matière organique jusque dans les horizons profonds (PIERI, 1989).

TABLEAU 1.

Rendements en arachide en fonction des années (1971-1990)
et des types d'assolements.

types d'assolement années	R	S	T	U		V	W
1971	2550	2389	2074	2193	(1462)	2227	1597
1972	1957	1390	1211	1385	(911)	1698	959
1973	1885	1900	2365	1785	(1350)	2030	1755
1974	2786	2799	2539	2660	(1200)	2550	2375
1975	1836	2846	2482	2394	(1300)	2551	2877
1976	2156	2341	1434	1428	(838)	2172	1614
1977	1107	2481	1362	1603	(607)	2156	2300
1978	1649	1485	1524	1500	(1026)	1394	1508
1979	2621	3203	2948	2905	(2040)	3098	2784
1980	1045	1135	815	750	(390)	608	1175
1981	2051	2024	1701	1785	(751)	2002	2076
1982	2257	2735	1466	1550	(924)	1859	2725
Moyenne partielle	1983	2227	1827	1829	(1121)	1952	1987
	R	S	T	U ₁	U ₂	V	W
1983	2294	2927	2228	2074	2394	2672	3055
1984	2194	2976	2281	2420	2171	2665	2477
1985	2447	2548	1648	1979	1317	2337	1700
1986	2067	1666	1057	1650	2199	1270	1445
1987	1679	1926	1637	1580	1711	1931	1800
1988	2414	2740	1415	2398	1982	2361	1938
1989	1413	1515	918	1122	992	1101	843
1990	1906	1889	1365	1822	1883	1780	1503
Moyenne	2052	2273	1569	1881	1760	2014	1845

Moyennes partielles des
8 dernières années

Moyenne
partielle

() = Arachide hâtive.

TABLEAU 2.

types années	Rendements en Maïs Kg/ha			Rendements en ML Kg/ha			
	S	U ₂	V	R	T	U ₁	V
1971	2452	-	1863	748	727	838	916
1972	1451	-	1317	863	634	830	918
1973	1110	-	1185	630	790	808	970
1974	1138	-	972	350	300	473	323
1975	3126	-	2200	362	231	377	433
1976	1577	-	1341	289	242	184	219
1977	1625	-	1455	670	521	647	645
1978	1052	-	1407	238	210	222	309
1979	2205	-	1950	-	-	-	-
1980	2255	-	2145	740	625	418	475
1981	1658	-	1392	913	1070	831	1263
1982	1966	-	1624	502	366	351	452
Moyenne partielle	1868	-	1588	576	500	522	620
				R	T	U ₁	V
1983	923	303	502	-	-	-	-
1984	950	738	895	810	772	656	694
1985	1468	602	1081	361	266	436	319
1986	307	160	293	779	536	242	724
1987	1075	164	784	700	371	362	761
1988	1059	336	714	503	240	101	290
1989	1768	570	997	573	528	739	609
1990	744	459	552	940	683	606	826
Moyenne	1038	417	720	667	539	507	603
	Moyenne sur 8 ans			Moyenne sur 7 ans 1983-1990			

Le même auteur mentionne toujours que les racines assurent les cheminements préférentiels des circuits d'eau et de gaz dans le sol. Ce sont les acteurs essentiels de stockage et de mobilisation des éléments nutritifs du sol, elles contribuent à l'activité humificatrice de la faune. Tout ceci concourt à créer des conditions physico-chimiques favorables au développement des gousses de l'arachide.

* Sur le maïs

Le maïs se retrouve uniquement dans les assolements S et V sur la période 1971-1982. Tout comme au niveau de l'arachide, S est supérieur à V. Ceci montre encore l'importance de la matière organique car S reçoit plus de fumier mais moins d'engrais minéraux que V.

La matière organique fournit aux plantes, en plus des éléments majeurs, des oligoéléments qu'elle contient ou fixe les oligoéléments présents dans le sol, ce qui évite leur lixiviation.

* Sur le mil

Contrairement à l'arachide, l'assolement V est supérieur à R pour ce qui concerne les rendements du mil, mais il n'y a pas de différence importante entre eux. Les assolements U et t qui reçoivent les fumures minérales les plus élevées occupent toujours les derniers rangs. La matière organique améliore ainsi l'efficacité des engrais minéraux.

Il est important de remarquer que malgré les effets de la matière organique à la dose de 2,5 T/ha et les doses importantes des engrais minéraux sur les parcelles en mil, les rendements sont/de très peu supérieurs à ceux obtenus dans les conditions d'exploitation traditionnelle. Seule les rendements en arachide présentent une très grande différence avec ceux obtenus chez le paysan (cf fig 8 dans les généralités paragraphe 2-2).

.../...

Les sols sableux sont aptes à la culture de l'arachide, tandis que le maïs exige une texture plus équilibrée d'où le faible niveau des rendements en maïs grains. La supériorité de S du point de vue rendements en maïs **sur les sur** les autres types d'assolements s'explique par la fréquence d'apport du fumier plus élevée. Le mil qui est moins exigeant paraît rentabiliser peu les engrais minéraux en absence de dose élevée de fumier.

3.1.2. Evolution des rendements de 1983 à 1990

* Sur l'arachide

Les rotations S et R demeurent supérieures aux autres, tout comme sur la période 1971-1992. Mais la rotation V et la nouvelle rotation U1 (arachide-mil, fumier tous les ans) deviennent supérieures à W. La rotation U2 (arachide-maïs, fumier tous les deux ans) ont les rendements les plus bas.

* Sur le maïs

Les rotations V et U2 sont inférieurs à S du point de vue rendements. Le rendement moyen de huit ans obtenus sur U2 est très faible (417 Kg/ha contre 1244 Kg/ha pour V et 1536 Kg/ha pour S). Les rendements sont toujours liés aux apports de fumier.

* Sur le mil

Sur la période concernée, R devient supérieur à V. Les rotations T et U1 ont les mêmes rendements mais les plus bas.

Sur toutes les deux périodes, S demeure de loin supérieur à tous les autres assolements. Aux regards des résultats (rendements obtenus sur les deux périodes), les assolements les plus intéressants sont S, R, V, W et U1. U2 et T sont les moins intéressants.

A partir de ces résultats on constate que l'explication des différences de rendements observées ne réside pas dans la fumure minérale reçue. C'est surtout le fumier et vraisemblablement sa quantité en liaison avec sa fréquence d'apport dans chaque type d'assolement qui explique l'infériorité de U2 et T par rapport aux autres. L'association fumure organique/fumure minérale est meilleure. (SEDOGO, 1981 ; BONZI, 1989 ; HIEN, 1990). C'est le cas des rotations S et V.

La jachère constitue également un bon moyen de reconstitution du stock organique et de l'amélioration des propriétés physico-chimique et biologique des sols.

La matière organique apportée au sol jouerait un rôle important sur la rhizogénèse. En effet selon LIESK cité par NANEMA (F.) (1990), la décomposition de la matière organique libère des acides organiques de faibles poids moléculaires qui ont une action très importante sur l'accroissement du nombre et de la longueur des racines. D'autre part les éléments sableux sont soudés par le complexe argilo-humique conférant au sol une structure grumeleuse favorable aux échanges gazeux, à une bonne infiltration de l'eau et une bonne capacité de rétention en eau du sol (sol moins filtrant). La formation du complexe augmente également la capacité d'échange cationique et anionique (cas des humophosphates). Tout ceci concourt à une bonne alimentation hydrique et minérale des plantes.

En dehors de la fertilisation organo-minérale, il faut noter que les quantités de pluies reçues et surtout leur répartition jouent un rôle important dans le déterminisme des rendements, mais ne constituent pas un facteur limitant sérieux dans la région de Niangoloko sur la période 1971-1990.

3.1.3. Résultats spécifiques de la campagne 1990-1991

L'assolement R est le meilleur du point de vue rendements engousses d'arachide ; il est suivi de S, U2, U1 et V sans toutefois une différence significative entre eux.

T et W ont les rendements les plus bas. W qui occupe un bon rang du point de vue rendements sur la période 1971-1989, a paradoxalement le rendement le plus bas cette année. Cette chute brutale observée bien de fois sur la période 1971-89 serait due à une attaque de nématodes du genre *Asphamatylencus straturatus* identifié par le laboratoire de pématologie de l'ORSTOM (IRHO, 1980).

Les rotations R et S ont les rendements fanes les plus élevés. Il n'y a pas de différence significative entre les différentes rotations pour le rapport fanes/gousses. R, T et V ont cependant les rapports les plus élevés. La production élevée de fanes est en rapport avec le rendement élevé au niveau de T et V, ce qui n'est pas le cas pour T qui produit beaucoup de fanes et peu de gousses. Ceci s'explique par le fait qu'au niveau des légumineuses, la richesse du sol provoque généralement une production de fanes au détriment des gousses.

Le développement végétatif a été limité par les attaques parasitaires au niveau de W. Cela se traduit par une baisse de vigueur des plants par rapport aux années précédentes.

Aucune différence significative n'a pu être décelée entre les différentes rotations pour ce qui concerne le nombre de nodules, le poids moyen des nodules par pied, le total gousses, les nombres de bonnes graines, de mauvaises graines et le poids de 100 bonnes graines. Le facteur céréale entraîne des différences significatives entre le total gousses avec la supériorité du mil sur le maïs, de même qu'entre les rendements en gousses avec cette fois-ci la supériorité du maïs sur le mil.

L'effet fumier tous les ans est significativement supérieur à l'effet fumier tous les deux ans pour les rendements en gousses et en fanes, la vigueur des plants, le nombre de bonnes graines, le nombre de mauvaises graines.

L'interaction fumier-céréales est significative seulement pour les rendements en gousses.

Arithmétiquement cependant R, S, Ul et W se montrent supérieurs aux autres pour le total de nodules, le pourcentage de bonnes graines et le poids de 100 bonnes graines.

Cependant la monoculture d'arachide a été fortement attaquée cette année par les nématodes. Cette attaque a entraîné une baisse du nombre et du poids des nodules. Il en est de même pour T.

Nombre et poids nodules sur pieds
tachés jaunes (nématodes)

	Total nodules/ 10 pied	Poids sec nodules/pied
T	113	0,016
W	235	0,045

Tableau n° 3

Résultats arachide 1990 : Analyse de variance

34.

	Rendements gousses (kg/ ha)	Rendements fanés (Kg/ ha)	fanés gousses	% levée	test de vigueur	total no- dules/10 pieds	poids moyen/ pied	total gousses	nombre de bonnes graines	nombre de mau- vaises graines	% bonnes graines	poids 100 bonnes graines
R	1906,00 a	3785,50 a	2,00	98,63	4,38 a	724,75	0,17	535,00	572,00	228,00	71,62	59,00
S	1889,25 a	3215,00 ab	1,74	98,38	3,38 b	551,75	0,19	504,00	569,50	167,00	77,43	60,75
T	1365,25 b	2584,25 b	1,89	96,72	2,25 c	520,00	0,13	589,25	513,00	293,50	63,75	55,00
U ₁	1822,25 a	3016,75 b	1,66	97,75	3,00 b c	448,25	0,17	533,75	595,00	160,75	78,75	54,50
U ₂	1833,00 a	2614,25 b	1,43	97,18	2,22 c	217,75	0,12	527,25	501,00	238,75	67,93	58,75
V	1767,75 a	2956,75 b	1,79	97,82	2,68 bc	298,75	0,13	528,50	509,00	224,75	69,48	58,50
W	1503,50 b	2403,50 b	1,63	96,32	2,93 bc	432,50	0,22	510,50	565,50	208,25	73,01	55,50
Moyen- ne essai	1726,71	2939,43	1,73	97,54	2,97	456,25	0,16	532,61	546,43	217,29	71,71	57,43
C.V.	12,5 %	13,3 %	16,7%	1,4 %	13,0%	52,3%	37,1%	6,4 %	13,4 %	34,4 %	13,0 %	6,4 %

Tableau n° 4 : Résultats d'analyse factorielle fumier x céréales,
sur l'arachide, 1990.

	RENDEMENTS GOUSSES/ (Kg/Ha)	RENDEMENTS FANES (Kg/ Ha)	FANES GOUSSES	TEST DE VIGUEUR	TOTAL NODULES/ DIX PIEDS	POIDS MOYEN MODULES/ PIED
F1	1855,75 a	3115,88 a	1,70	3,19 a	500	0,18
F2	1599,13 b	2599,25 b	1,66	2,24 b	369	0,12
Maïs	1861,13 a	2914,63	1,58	2,80	385	0,15
Mil	1593,75 b	2800,50	1,78	2,63	484	0,15
Maïs F1	1889,25 a	3215,00	1,74	3,38	552	0,19
Maïs F2	1833,00 a	2614,25	1,43	2,22	218	0,12
Mil F1	1822,25 a	3016,75	1,66	3,00	449	0,17
Mil-F2	1365,25 b	2584,25	1,89	2,25	520	0,13
Moyenne essai	1727,44	2857,56	1,68	2,71	435	0,15
C.V.	9,7 %	15,9 %	16,5 %	9,9 %	61,1 %	46,6 %

F1 = fumier tous les ans

F2 = fumier tous les deux ans.

Tableau n° 5 : Analyse factorielle : Analyse de récolte arachide

	Total gousses	Nombre de bonnes graines	Nombre de mauvaises graines	Poids de 100 bonnes graines
F1	519	583 a	164 b	57,63
F2	559	507 b	266 a	56,88
Maïs	516 b	536	203	59,75 a
Mil	562 a	554	227	54,75 b
Maïs - F1	504	570	167	60,75
Maïs - F2	528	501	239	58,75
Mil - F1	534	595	161	54,50
Mil - F2	590	513	294	55,00
Moyenne Essai	539	545	215	57,25
C.V.	6,9 %	12,0 %	35,7 %	4,9 %

F1 = fumier tous les ans

F2 = fumier tous les deux ans

.../...

Tableau n° 6 : Résultats Maïs : Analyse de variance

	Rendements grains (Kg/ha)	% levée	Hauteur Moyenne d'un plant	Nombre EPIS / parcelle	Poids d'un Epi	<u>EPI</u> grain
S	744,00	97,00	143,00	131	36,09	1,35
U ₂	459,25	95,50	139,00	73	41,90	1,37
V	552,75	94,00	136,00	105	34,61	1,38
Moyenne Essai	585,33	95,50	139,00	108,00	37,53	1,36
C.V.	36,9 %	3,1 %	7,6 %	27,2 %	11,4 %	3,0 %

Tableau n° 7 : Résultats mil : Analyse de variance

	Rendements grain (Kg/ha)	Rdt tiges (Kg/ha)	Tiges	Nombre épis fertiles /par- celle (48 m ²)	Nombre épis stériles/ parcelle	Nombre talles/ poquet
			grain			
R	939,75	1188,75	1,29	38	4	5
T	853,25	1146,25	1,47	38	8	8
U ₁	606,00	1212,50	2,28	38	10	9
V	826,00	1074,50	1,31	37	4	8
Moyenne Essai	806,25	1155,50	1,59	38	7	8
C.V.	29,8 %	18,9 %	40,9%	27,0%	56,1 %	34,3 %

.../...

En examinant les résultats des années antérieures on constate que de 1987 à 1989, l'effet fumier s'est manifesté de façon significative sur le nombre de gousses et le remplissage des gousses. En 1988 et 1989, c'est le nombre de nodules qui présentent des différences significatives entre les assolements avec la supériorité de R et S.

WEY et OBATON (1978) montrent que le fumier a une action régulatrice de la nodulation sur l'ensemble du système racinaire ; il augmente par ailleurs l'activité fixatrice tout au long du cycle de la plante et entraîne des augmentations hautement significatives en fanes en présence ou en absence de chaux, avec cependant des effets moindres pour les gousses (augmentation significative de rendement en gousses de 44 %).

Les rendements en maïs ont beaucoup baissé par rapport à la moyenne sur huit ans. L'explication semble résider dans la faible pluie reçue en Juin puisque les semis ont eu lieu dans la deuxième décennie de ce mois (14 Juin). A la levée le maïs a eu un stress hydrique qui s'est repercuté sur les rendements. Il a aussi souffert des attaques des perdrix cette année.

Il n'y a pas eu de différence significative entre les rendements grains, la hauteur moyenne d'un plant, le nombre d'épis, le poids d'un épi et le rapport épi/grain. En ce qui concerne le pourcentage de levée on observe des différences significatives entre blocs. Les années précédentes S a augmenté significativement les rendements grains et paille, le poids grain/épis, le nombre d'épis, mais il ne diffère pas de V pour le rendement paille et le nombre d'épis. Ces analyses mettent en évidence l'importance de la matière "organique" dans les rotations n'intégrant pas la jachère.

Les rendements en mil sont quant à eux plus élevés que leur moyenne. Pour toutes les variables mesurées (rendements grains et pailles, nombre d'épis fertiles, nombre d'épis stériles, nombre de talles) il n'y a pas eu de différences significatives entre les rotations. Les années précédentes, on observe rarement des différences significatives entre rendements grains et pailles, (avec la supériorité de R).

Les rotations R et V améliorent donc mieux les rendements en mil que U1 et T.

3.1.4. Conclusion

A travers cette étude des rendements et de quelques variables du rendement on a pu dégager la supériorité des rotations S, R, U, W et V sur U2 et T pour toutes les cultures. Il apparaît aussi le rôle important joué par la matière organique (fumier) dans cette différenciation.

{ En effet la matière organique améliore le développement racinaire, la mobilisation des éléments minéraux et par conséquent l'alimentation minérale des plantes. } Les effets céréales ont pu être mis en évidence avec une augmentation significative du rendement en gousses et du poids de 100 bonnes graines pour l'arachide. Cette augmentation est due au maïs qui se révèle supérieur au mil.

La supériorité de l'effet maïs s'observe aussi sur le développement des plants et le rendement en fanes pour l'année 1988.

Par ailleurs l'étude met en évidence l'intérêt de la jachère même de courte durée (deux ans dans la rotation R) sur l'augmentation des rendements des différentes cultures.

Dans cet essai il est difficile de mesurer l'effet légumineuse qui pourrait être considéré comme un apport minéral.

La culture continue d'arachide W, quoique intéressant du point de vue rendements, met à nu l'inconvénient de la monoculture. Cela se traduit par les attaques parasitaires, notamment de nématodes, principalement sur W. C'est le cas de la campagne 1990-91 où tous les quatre blocs de W ont été attaqués contre un seul pour T. La culture continue favorise le développement des nématodes qui compromettent à terme la nodulation.

3.1.5. Caractéristiques chimiques des sols

3.1.5.1. Carbone organique

Sur l'horizon de surface (0-20 cm) les rotations W (arachide continue et R (arachide-mil-jachère 1 an - jachère 2 ans) ont les teneurs en carbone les plus élevées. Ils sont suivis de V, U, et S et forment avec ces derniers les rotations qui donnaient les rendements les plus élevés. Les rotations T (arachide-mil : fumier tous les deux ans) et U2 (arachide-maïs : fumier tous les deux ans) ont les plus faibles teneurs en carbone organique.

En profondeur, au delà de 40 cm, il y a un grand bouleversement de l'ordre ci-dessus mentionné. En effet W se retrouve au plus bas niveau et R reste élevé, mais la différence entre les deux est faible. Dans tous les cas il y a une baisse assez brusque pour toutes les rotations au delà de 20 cm de profondeur. BONZI (1989) montrait que la majeure partie de la matière organique en sol ferrugineux se trouve dans l'horizon 0-20 cm. On observe une tendance à la stabilisation à partir de 40 cm de profondeur voire une légère augmentation du taux de carbone de l'horizon

Fig 9: Teneurs en carbone (C), matière organique (M.O.)
et azote total (N) en fonction des traitements

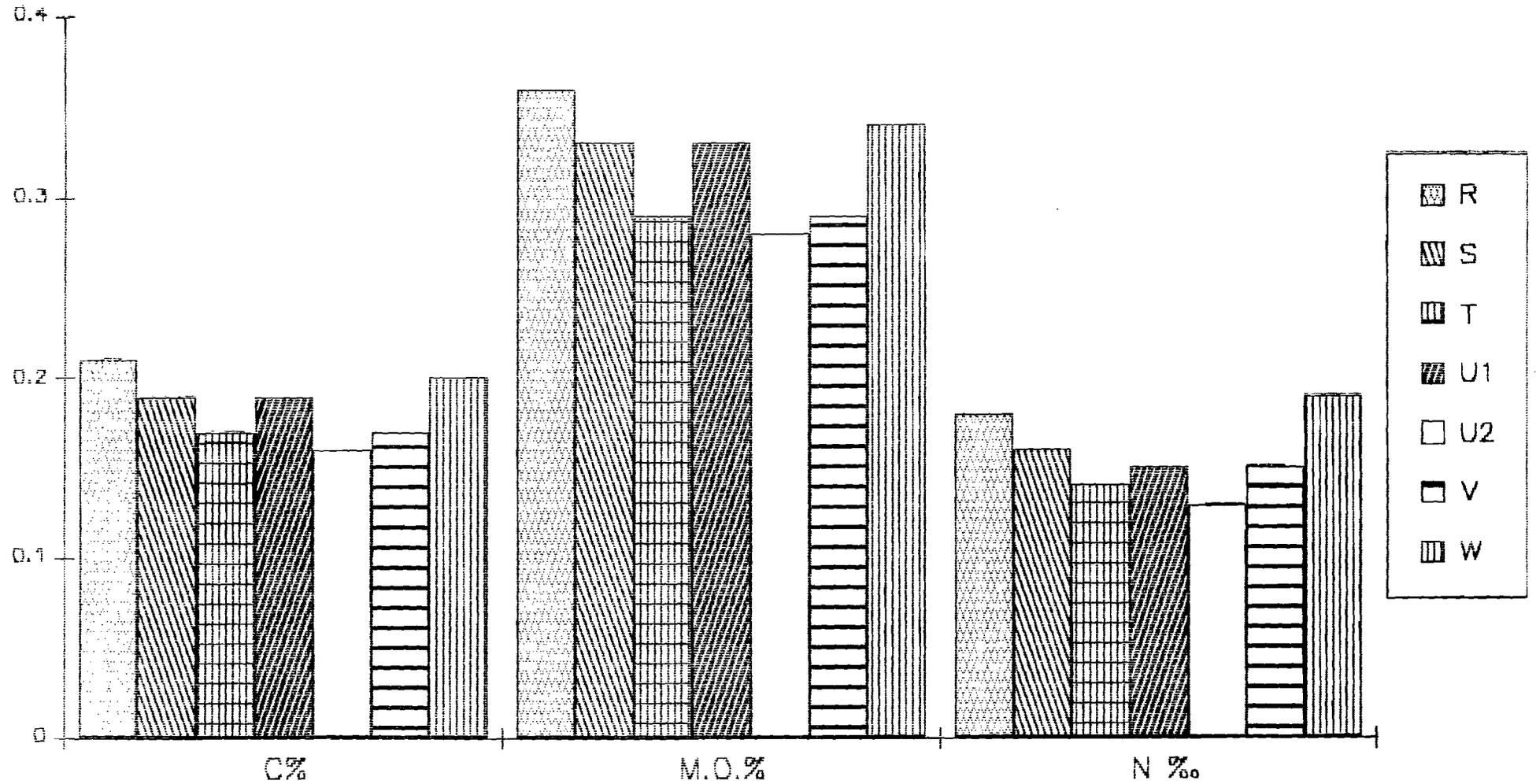


Fig 10: EVOLUTION DE LA TENEUR EN CARBONE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

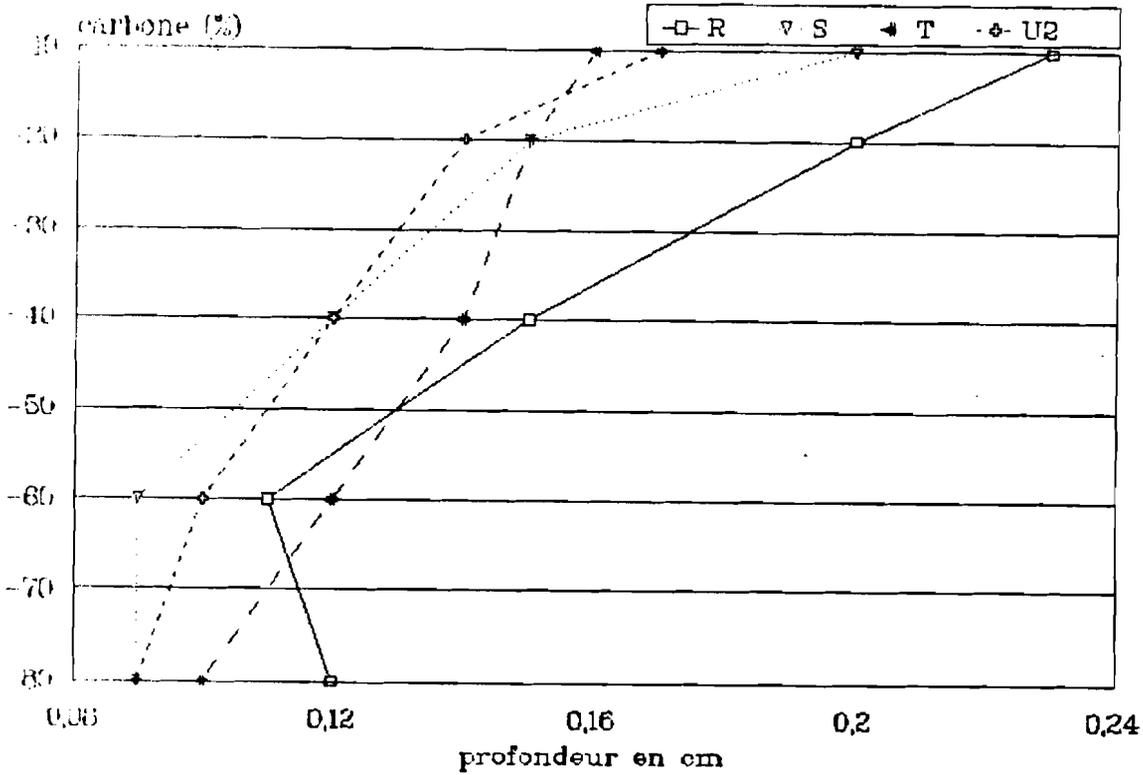


Fig 11: EVOLUTION DE LA TENEUR EN CARBONE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

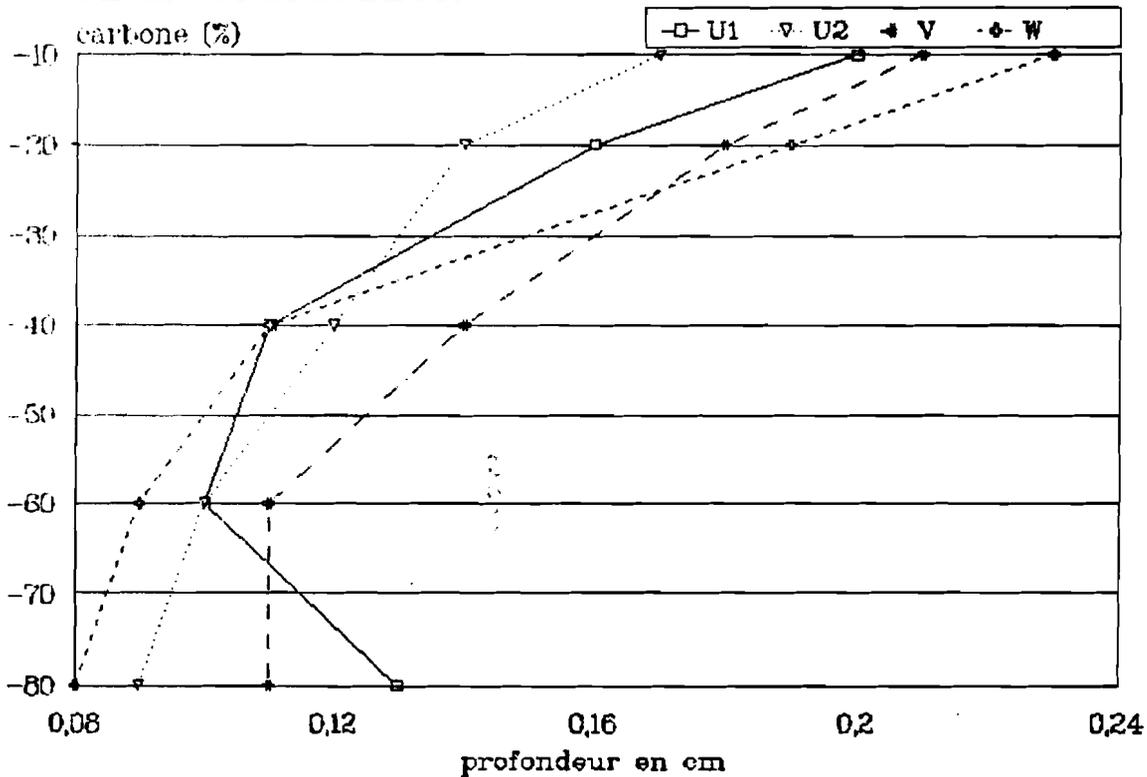


Tableau n° 8 Analyse chimique des sols : Analyse factorielle

43.

	CARBONE (c) ORGANIQUE (%)	AZOTE TOTAL % N	C/N	PH EAU	PH Kcl	ACIDITE D'ECHANT. (még/100g) de sol	ALUMINIUM ECHANGEABLE (még/100g)	PHOSPHORE AS- SIMILABLE BRAY II (PPm)
F1	0,19 a	0,15 a	12,42	5,95 a	4,63 a	0,08	0,04	15,10
F2	0,17 b	0,13b	12,51	5,78 b	4,48 b	0,13	0,09	15,05
Maïs	0,18	0,14	12,38	5,34	4,56	0,09	0,05	15,24
MIL	0,18	0,14	12,55	5,89	4,55	0,12	0,08	14,91
Maïs F1	0,19	0,16	12,34	5,85 ab	4,62	0,07	0,04	15,86
Maïs F2	0,16	0,13	12,42	5,83 ab	4,51	0,11	0,07	14,62
MIL F1	0,19	0,15	12,51	6,04 a	4,64	0,08	0,05	14,35
MIL F2	0,17	0,14	12,60	5,74 b	4,46	0,16	0,11	15,47
Moy essai	0,18	0,14	12,47	5,86	4,56	0,10	0,07	15,08
C.V.	7,5 %	8,9 %	8,0 %	1,5 %	2,2 %	36,3 %	51,3 %	21,0 %

60-80 cm qui correspondrait selon l'IRHO (1980) à l'horizon moyen d'accumulation. L'accumulation de la matière organique en profondeur reste faible du fait de la minéralisation intense des matières organiques sur ces sols (ferrallitiques) (EGOUMENIDES et al., 1979 ; SEDOGO, 1981 ; HIEN, 1990) surtout lorsque les quantités apportées sont faibles (2,5 T/ha dans l'essai rotations intensives) (KONONOVA, 1966 ; TENKINSON, 1977 cités par SEDOGO, 1981 et HIEN, 1990).

D'ailleurs GUIRA (1988) a constaté que les faibles doses de fumier n'augmentent pas le taux de carbone du sol, en d'autres termes les apports faibles de fumier demeurent inférieurs à la quantité de matière organique qui se détruit chaque année, même si les rendements sont maintenus à un niveau satisfaisant. Ceci est d'autant plus vrai que l'on constate une baisse tendancielle des teneurs en carbone des différentes rotations depuis 1980 jusqu'en 1990. La dose de 5 T/ha de fumier est même considérée par GUIRA (1988) comme faible car elle n'augmente pas le taux de carbone en sol ferrugineux tropicaux.

L'apport de 2,5 T/ha, à défaut de pouvoir maintenir le taux de carbone constant, minimise de beaucoup les pertes en matières organiques qui s'observent sur des sols soumis aux cultures continues de céréales sans fumure organique.

Les faibles apports de fumier (2,5 T/ha) permettent donc de réduire considérablement la dégradation des propriétés chimiques du sol mais ne les améliore pas. L'effet du fumier apporté tous les ans à la dose de 2,5 T/ha sur les rotations S et U1 s'est révélé supérieur à celui du fumier apporté tous les ans à la même dose sur T et U2. Les teneurs en carbone sont très faibles (< 0,25 %) sur toutes les rotations.

3.1.5.2. L'azote total

Les taux d'azote, tout comme ceux du carbone, sont dans leur ensemble très faibles selon les normes de l'ORSTOM et par rapport aux résultats des années précédentes. On observe toujours la supériorité de W et R sur les autres. Les rotations T, U2 et V ont les plus faibles teneurs en azote.

L'apport de fumier tous les ans augmentent significativement les teneurs en azote par rapport à l'apport tous les deux ans. Les effets de céréales et l'interaction fumier céréales ne sont pas significatifs du point de vue teneurs en azote.

La monoculture d'arachide W et la rotation quadriennale avec jachère de deux ans R ont les taux d'azote les plus élevés. Aux regards des résultats disponibles de 1980 à 1990 on constate que l'évolution du taux d'azote total suit celle du taux de matière organique du sol. Les assolements qui reçoivent le plus d'engrais minéraux ont les taux d'azote les plus faibles. W et R qui ne reçoivent que du phosphate super simple (75 Kg/ha) ont les taux d'azote et les rendements les plus élevés et correspondent souvent à ceux qui favorisent l'exportation d'azote par l'arachide (BOSC., PICASSO, CATTAN, 1980-1989).

Ces résultats traduisent deux faits importants :

- le déséquilibre nutritionnel au niveau des assolements qui reçoivent le plus d'engrais minéraux et peu de fumier et l'importance de la lixiviation sur les mêmes assolements (il s'agit de T, U2 et V).
- l'importance de la fixation d'azote au niveau des assolements qui reçoivent peu ou pas d'engrais azotés et relativement plus de fumier.

Les faibles teneurs en azote sur les parcelles qui reçoivent plus d'engrais azotés (T, U2 et V) sont dues aux exportations par les plantes, mais surtout aux pertes par lixiviation à cause de la faible capacité d'échange cationique (CEC) de ces sols très sableux. NANEMA (F.) (1990) montrait que ces pertes étaient réduites lorsqu'on faisait un apport de matière organique au sol.

Ces résultats montrent par ailleurs l'importance de la fixation symbiotique de l'azote en absence d'engrais azotés. En effet VINCENT (1965) cité par MUSA (1974) montrait que le faible niveau d'azote dans le sol et les taux élevés de la photo-synthèse et du transport de glucides favorisent le processus de fixation de l'azote atmosphérique.

[Le fumier tout en favorisant le développement racinaire et la nutrition minérale et hydrique des plantes améliore leur photo-synthèse et donc l'activité des rhizobiums qui ont besoin d'énergie procurée par les glucides. D'autre part en cas de richesse du sol en engrais azotés, les bactéries fixatrices trouveraient de l'azote déjà disponible pour leurs synthèses protéiques et entreraient ainsi en compétition avec les plantes pour cet élément.

3.1.5.3. Le rapport $\frac{C}{N}$

Le rapport carbone/azote est un critère utilisé par bien de chercheurs pour caractériser le degré d'évolution, de décomposition de la matière organique dans le sol ou des composts. Il renseigne donc sur l'activité biologique d'un sol.

D'après DELAS (1971) et DABIN (1980), ce rapport est supérieur à 15 dans les sols de savane à cause de la végétation graminéenne riche en lignine et pauvre en azote.

Fig 12: Rapport C/N des différents traitements.

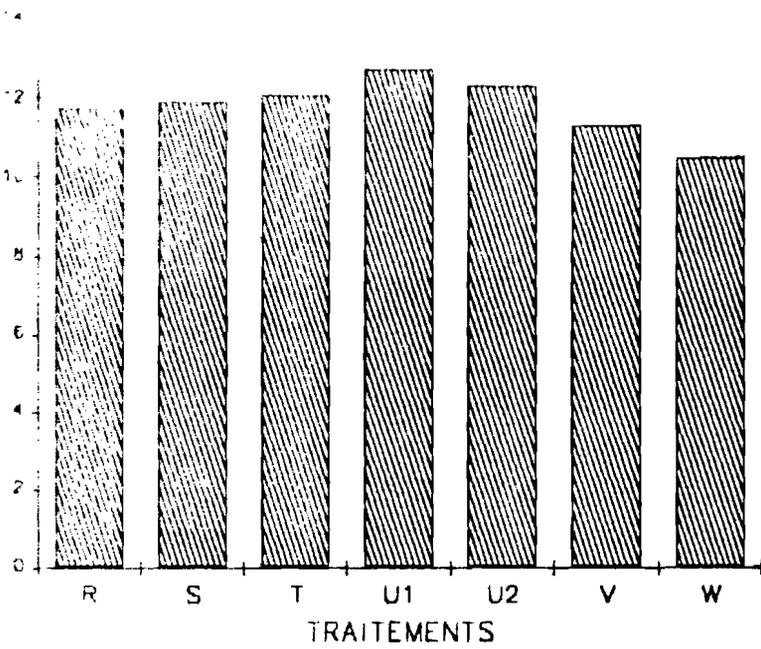
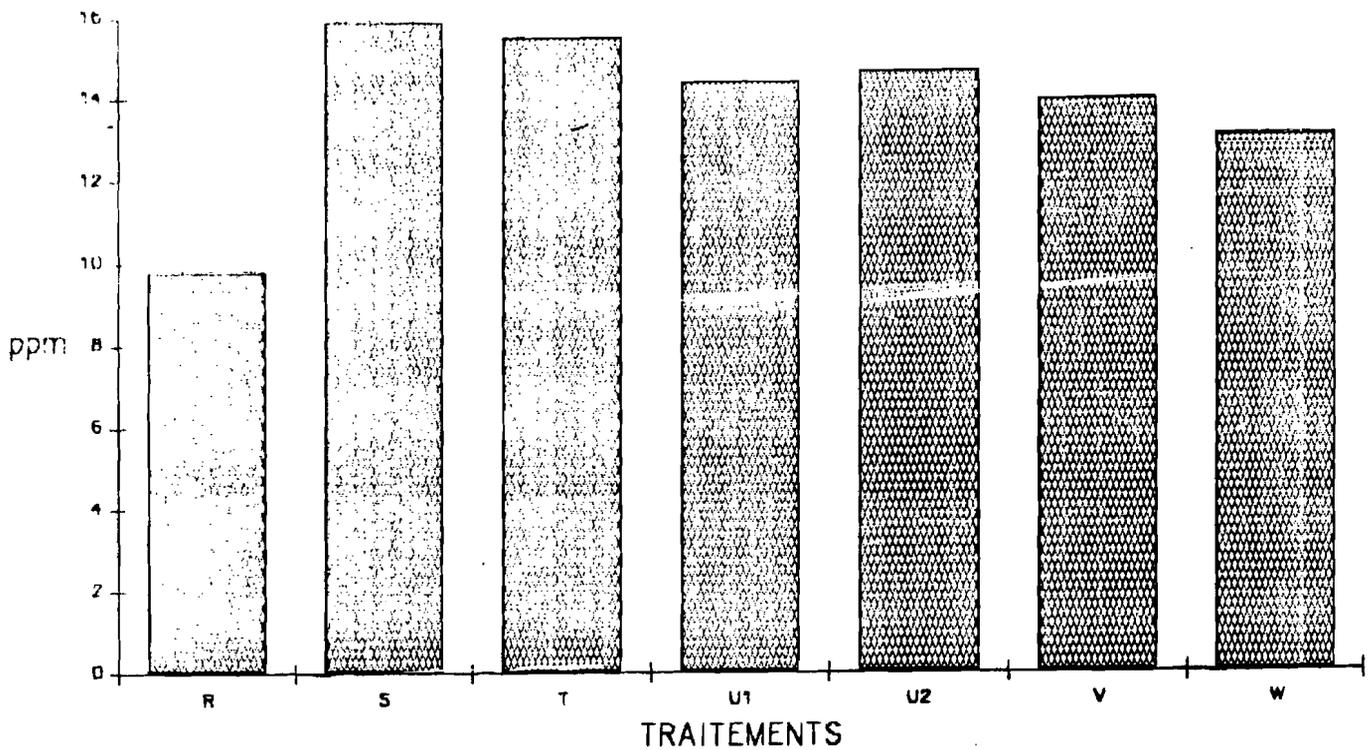


Fig.n°13: Phosphore assimilable par traitement.



Le rapport C/N de la matière organique est considérée par l'ORSTOM comme moyen lorsqu'il est compris entre 10 et 15 et fort lorsqu'il se situe entre 15 et 25. Dans tous les cas plus le rapport C/N est bas plus la matière organique est décomposée. La matière organique des différents sols de l'essai est assez bien décomposée puisque le rapport C/N est compris entre 10 et 13.

L'analyse de variance (test de NEWMAN-KEULS) n'a pas permis de déceler des différences significatives entre les traitements. Cependant W a la plus faible valeur, ce qui dénote de l'activité biologique plus intense à son niveau.

3.1.5.4. Le phosphore assimilable

En rappel les rotations R et W ont reçu chacune du phosphate super-simple à la dose de 75 Kg/ha. Les rotations S, T, U1 et U2 ont reçu du super-simple (75 Kg/ha) et du super-triple (50 Kg/ha), tandis que V a reçu en plus de ces deux doses, du super-triple (50 Kg/ha). Cependant l'analyse de variance n'a décelé aucune différence significative entre les teneurs en phosphore assimilable. (BRAY II) des différentes rotations.

Les taux relativement faibles de phosphore de R et W pourrait s'expliquer par la faible fréquence d'apport de cet élément pour le premier et une consommation plus accrue de l'élément phosphore par l'arachide en continu pour le second.

{ L'intérêt de la fumure organique et surtout organo-minérale a été déjà montré par BADO (1985) et GUIRA (1988) sur l'augmentation de la teneur en phosphore assimilable. }

{ Une légère acidification du sol est nécessaire à la solubilisation du phosphate naturel. } En effet GUIRA (1988) montre que les sols acides (ferrugineux et faiblement ferrallitique élèvent les teneurs en phosphore assimilable provenant du phosphate naturel de Kodjari par rapport aux sols neutres (vertisol et sol brun entrophe). Cependant en sols neutres

l'apport de matière organique permet d'élérer les teneurs en phosphore assimilable. Les matières organiques permettent d'autre part de réduire la rétrogradation du phosphore pour le rendre disponible aux plantes.

Les rotations R et W sont donc les meilleures pour le phosphore car elles permettent de valoriser le phosphate naturel.

3.1.5.5. Evolution du pH en fonction de la profondeur du sol

Le pH eau, tout comme le pH KCl, baisse en fonction de la profondeur, puis commence à se stabiliser aux environs de 40 cm avec une légère hausse dans les horizons profonds (80 cm). On observe la supériorité très nette des rotations W et R tant du point de vue pH eau que pH KCl sur tout le profil étudié.

Sur la période 1980-1990 il n'y a pas eu de grandes différences entre S, T, U1, U2 et V pour ce qui concerne le pH eau et pH KCl. Ce sont ces rotations qui reçoivent le plus d'engrais minéraux notamment T, U2 et V qui ont les pH les plus faibles. Le faible niveau du pH de ces derniers seraient donc due à l'action décalcifiante et acidifiante du chlorure de potassium et du sulfate d'ammoniaque. En se référant aux résultats des années précédentes on constate que ces trois rotations sont souvent les plus acidifiantes et ont généralement les CEC les plus faibles.

3.1.5.6. Acidité d'échange et aluminium échangeable

L'acidité d'un sol est sa concentration en ions hydrogènes H^+ représenté par $pH = -\log [H^+]$, tandis que son acidité d'échange est la somme des concentrations en ions aluminium Al^{3+} et en ions H^+ exprimées en méq/100 g de sol.

.../...

Fig 14: EVOLUTION DU PH EAU EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU SOL

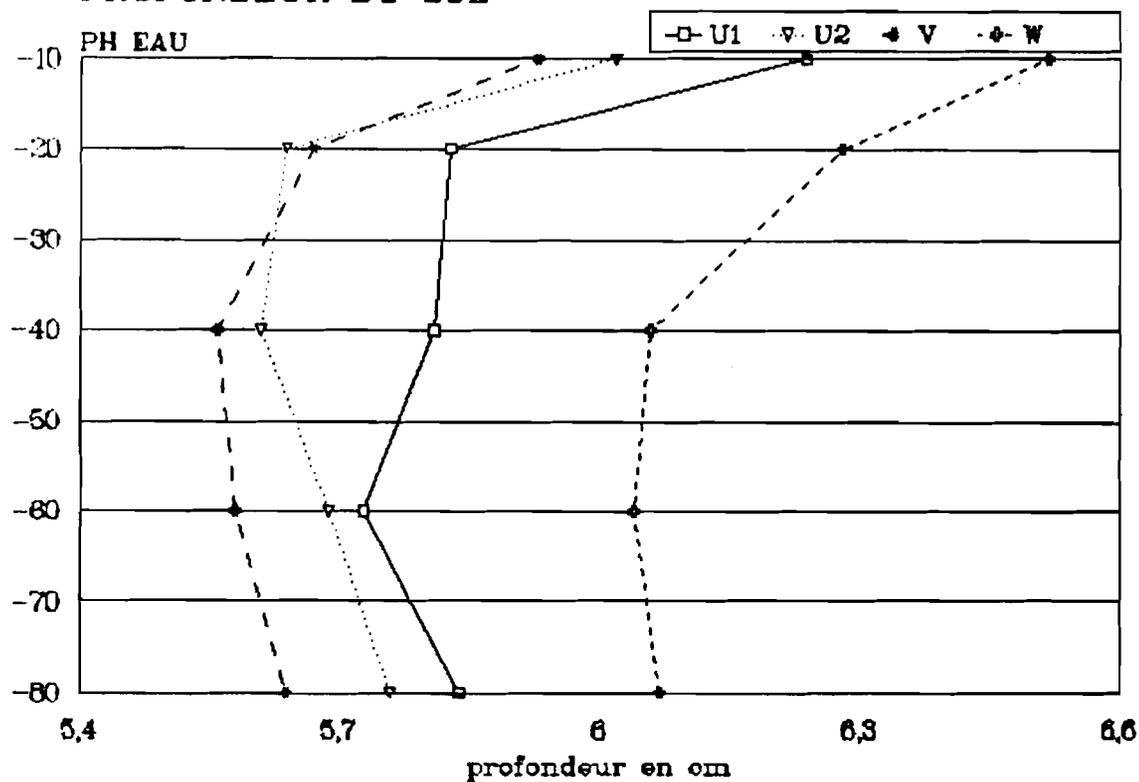


Fig 15: EVOLUTION DU PH EAU EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU SOL

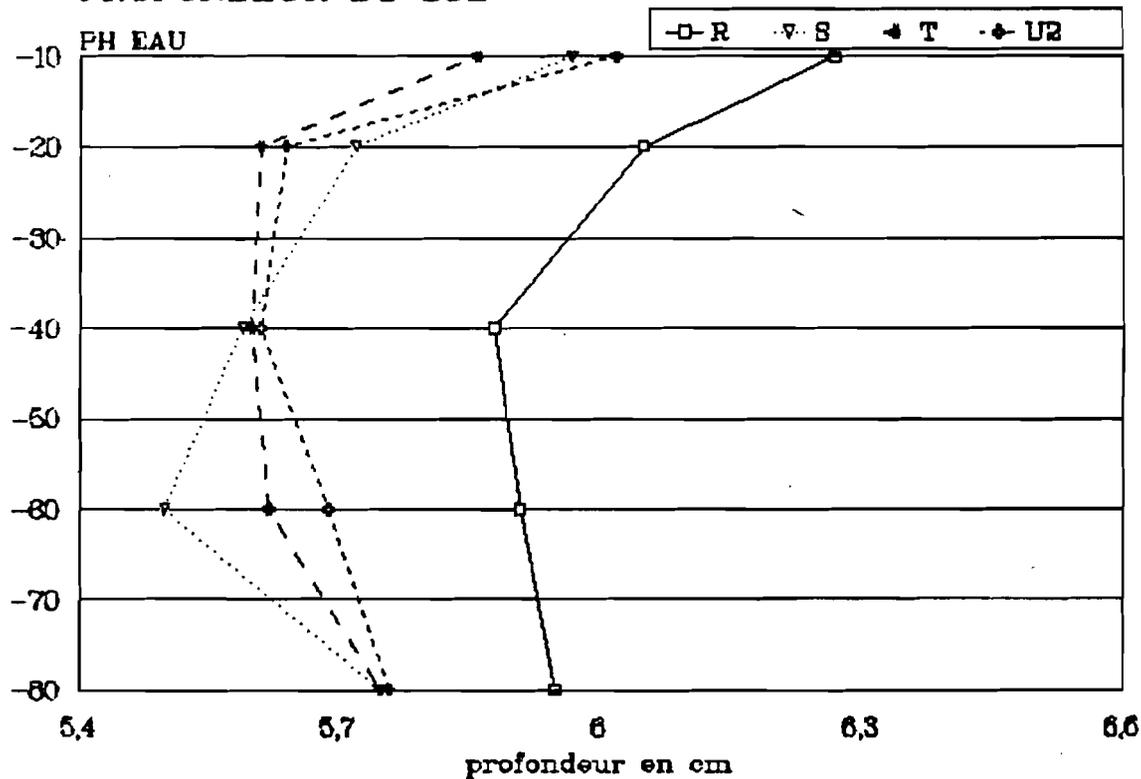


Fig 16: EVOLUTION DU PH KCl EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU SOL

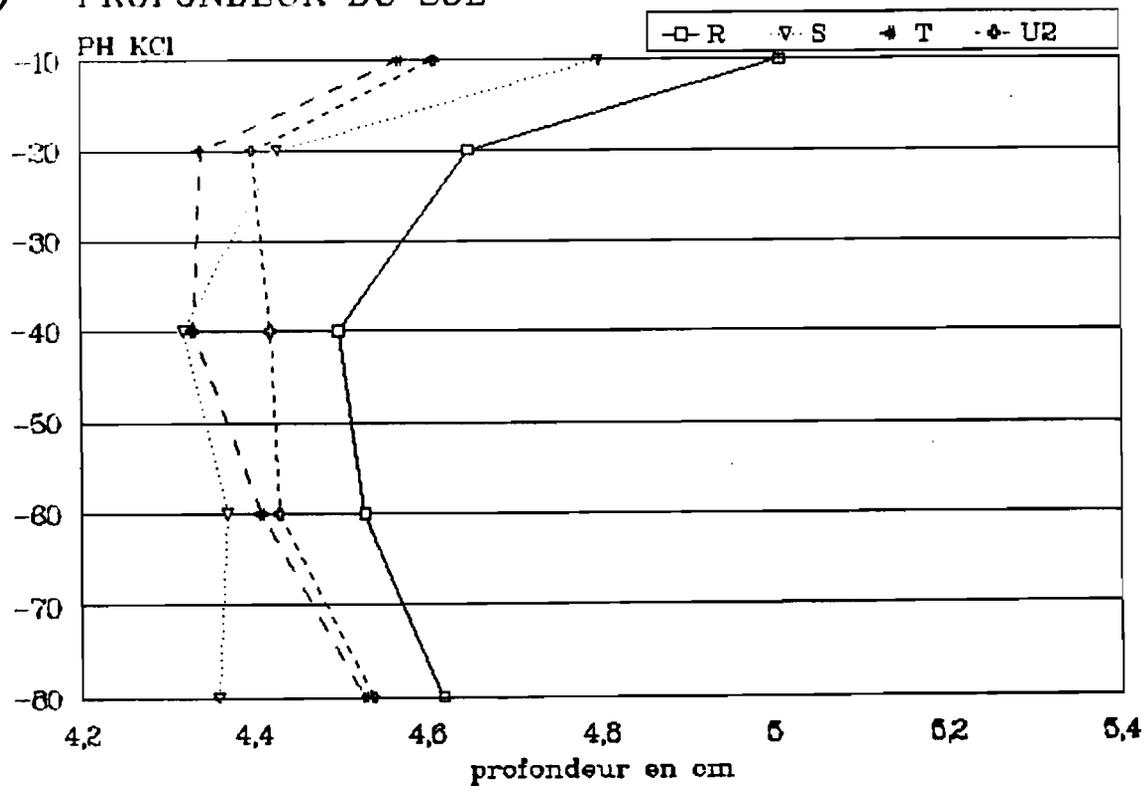


Fig 17: EVOLUTION DU PH KCl EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DU SOL

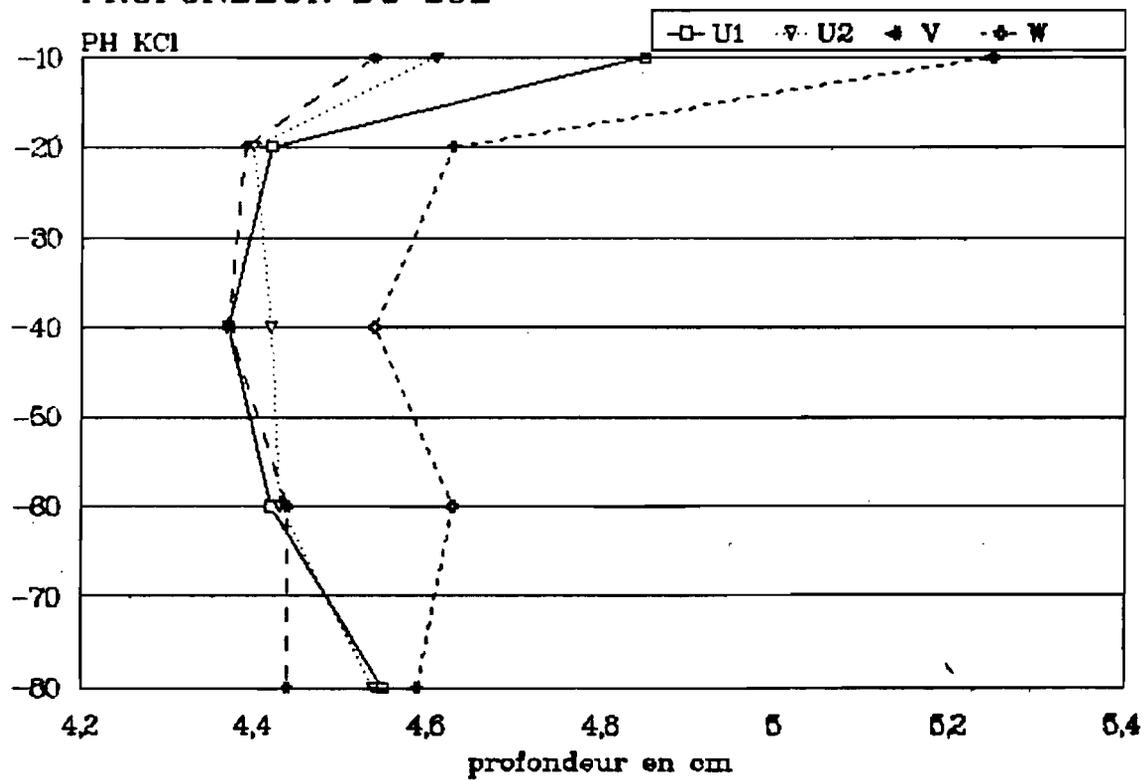
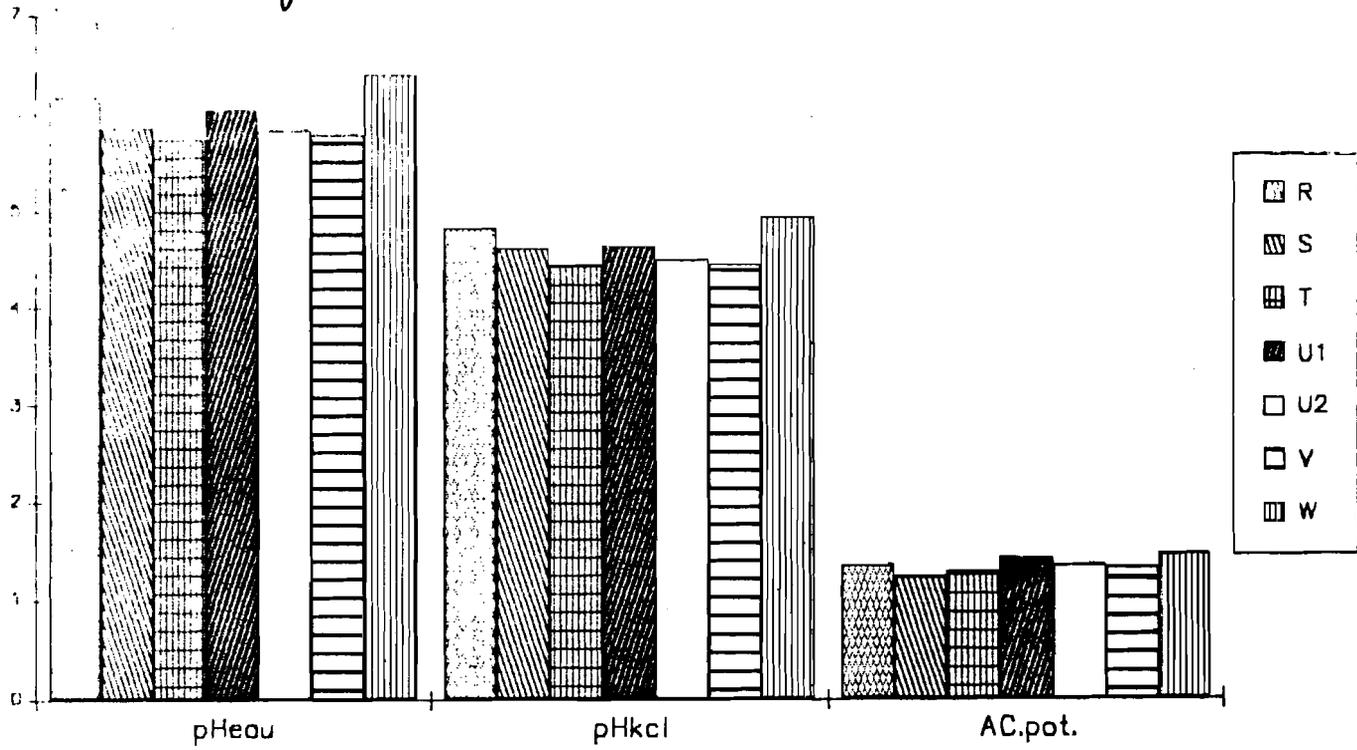
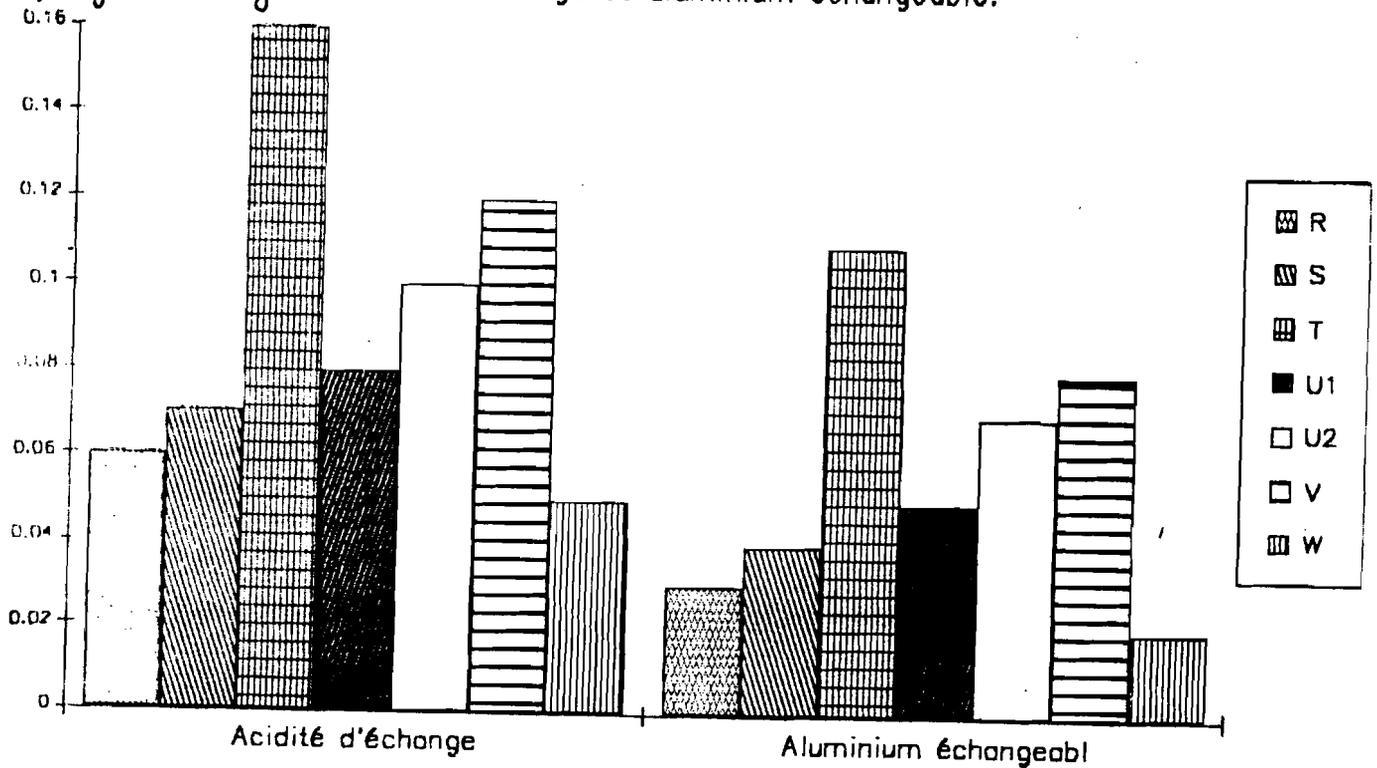


Fig 18: pHeau, pHkcl et acidité potentielle.



még/100g sol

Fig 19: Acidité d'échange et aluminium échangeable.



Selon PIERI (1989) le pH eau est imprécis dans la prévision de la réaction d'une plante à cause du faible pouvoir tampon des sols à dominance sableuse. On lui préfère alors le pH KCl dont la différence avec le pH eau renseigne sur la sensibilité à l'acidification de ces sols

Du fait que les cultures sont tolérantes à l'ion H^+ , mais sensibles à la pauvreté en bases échangeables et à la présence d'ions toxiques libérés en milieu acide (Mn^{2+} et surtout Al^{3+}) (PIERI, 1989), on a été amené à doser l'aluminium échangeable et l'acidité d'échange. Les résultats obtenus montrent que cette acidité et l'aluminium échangeable sont plus élevés sur les rotations T, U2 et V. Ce sont des valeurs faibles mais qui indiquent quand même un début d'apparition d'aluminium toxique aux cultures sur les sols des rotations les plus dégradantes (T, U2 et V) avec néanmoins un pH compris entre 5 et 6. HIEN (1990) montre par ailleurs que l'aluminium apparaît lorsque le pH va en dessous de 5.

Pour certaines années les valeurs du pH eau sont inférieurs à 5 et les teneurs en aluminium sont plus élevées que celles de 1990. Selon PIERI (1989) la toxicité aluminique ne se manifeste qu'en dessous d'un seuil de pH 5,0 en zone de savane. Ce seuil est variable selon la nature du sol (BOYER, 1976). Dans les sols tropicaux et en dessous d'un pH de 4,5 la décomposition de la matière organique s'arrête lorsque les teneurs en aluminium sont élevées (SEGALEN, 1973 cité par BOYER 1976). En effet PIERI (1973, 1976) cité par GUIRA (1988) montre que l'aluminium échangeable inhibe l'activité de la microflore du sol en bloquant particulièrement le développement des rhizobiums, il bloque aussi les divisions cellulaires des méristèmes terminaux des racines et éventuellement des bourgeons aériens.

par ailleurs différents auteurs montrent que l'aluminium échangeable s'accumule autour des racines qui en souffrent, que le développement racinaire est inversement proportionnel à la teneur en aluminium échangeable d'une part (JUSTE, 1966 cité par GUIRA, 1988) et que le phosphore est précipité par l'aluminium à l'intérieur des racines sous forme de phosphates d'alumine d'autre part (BOYER, 1976).

L'aluminium échangeable agirait comme un tampon acide qui s'oppose à tout relèvement du pH tant qu'il n'est pas complètement éliminé du complexe absorbant. De ce fait on préconise d'évaluer les besoins en chaux des sols acides en fonction des quantités d'aluminium échangeable présentes dans le sol.

TRINH (1976) montre que l'efficacité d'un még de calcium varie suivant les cas et neutralise 0,44 à 0,76 még d'aluminium.

En améliorant la CEC la matière organique contribue à limiter l'acidification du sol et par suite l'intoxication des plantes par l'aluminium et/ou le manganèse. A cet égard les meilleurs rotations sont W, R, S et Ul.

3.1.6. Conclusion

A travers l'analyse de variance des rendements et des caractéristiques chimiques on peut conclure que c'est le fumier et surtout sa fréquence d'apport qui justifie les différences au sein des différents types de rotations. Les céréales intégrées dans les rotations ont cependant des effets significatifs sur le poids de 100 bonnes graines, le développement et les rendements gousses et fanes de l'arachide avec la supériorité du maïs sur le mil. L'interaction fumier-céréales entraîne peu de différences significatives entre les différentes rotations, seules les nombres de nodules et de gousses présentent quelques différences significatives entre eux.

.../...

Les apports de fumier tel que mentionnés dans le protocole (2,5 T/ha) n'augmentent pas le taux de carbone. Cependant on observe des différences significatives entre les taux d'azote qui semblent liés au fumier et en partie à l'activité fixatrice de l'arachide pour les rotations recevant peu ou pas de fumure azotée.

Le fumier tamponne par ailleurs le pH du sol et s'oppose ainsi à l'apparition de l'aluminium échangeable toxique aux plantes.

L'étude confirme également l'effet bénéfique de la matière organique sur la solubilisation du phosphate en sa forme assimilable par les plantes, mais surtout la limitation de sa perte par lixiviation à travers la formation de complexes humo-phosphates.

[La culture continue d'arachide est intéressante car elle améliore les rendements, les teneurs en carbone et azote total du sol. Il faut prendre cependant des dispositions pour les traitements phytosanitaires en cas d'attaques parasitaires.

3.2. Etude en milieu contrôlé : test respirométrique

En agriculture, les matières organiques s'utilisent pour un double objectif :

- comme engrais organique, elles fournissent aux plantes les éléments majeurs, les oligoéléments et les activateurs de croissance.
- comme amendement organique, l'objectif visé dans ce cas est l'amélioration simultanée des propriétés physiques, chimiques et biologiques.

.../...

Les matières organiques servent à la croissance des micro-organismes et améliorent les conditions physico-chimiques favorables à la vie de ces micro-organismes qui sont responsables de leur dégradation. Les produits de dégradation qui en résultent dépendent de la nature des matières organiques. Par exemple les engrais verts riches en sucres solubles et en azote se décomposent en donnant des produits transitoires, des corps microbiens et peu d'humus, tandis que la paille et le fumier pailleux, riches en cellulose et en lignine et moins riches en azote, donneront beaucoup plus d'humus stable. Selon SOLTNER (1986), les coefficients d'humufication sont respectivement 5 % pour les engrais verts, 15 % pour la paille seule et 30 % pour le fumier frais.

{ L'activité biologique qui est fortement influencée par l'environnement physico-chimique dans lequel se trouve les micro-organismes décomposeurs, dépendra de la nature des produits organiques en présence dans le sol.

{ Le test respirométrique a pour but de déterminer les pouvoirs minéralisateurs des sols traduisant leurs activités biologiques et/ou de déterminer l'aptitude à la minéralisation de divers types de matières organiques qui dépend de leur fermentescibilité et de leur maturité.

Pour mesurer les arrières effets obtenus à partir des différentes rotations, on a fait un test respirométrique sur des sols prélevés au champ d'expérimentation et n'ayant pas subi d'autres traitements au laboratoire. Des échantillons moyens ont été constitués avec trois répétitions par type d'assolement dans l'optique de faire une simple étude comparative des types d'assolements quant à leurs activités biologiques.

.../...

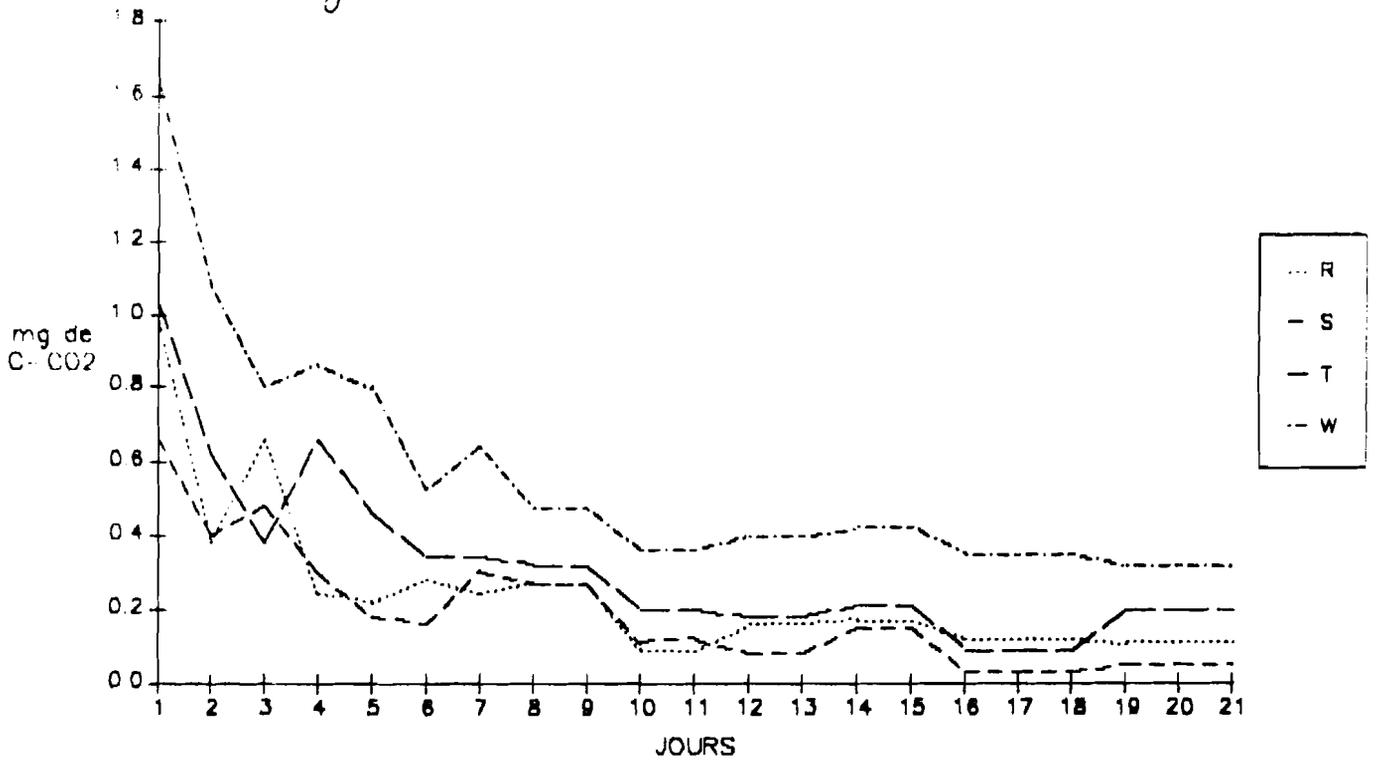
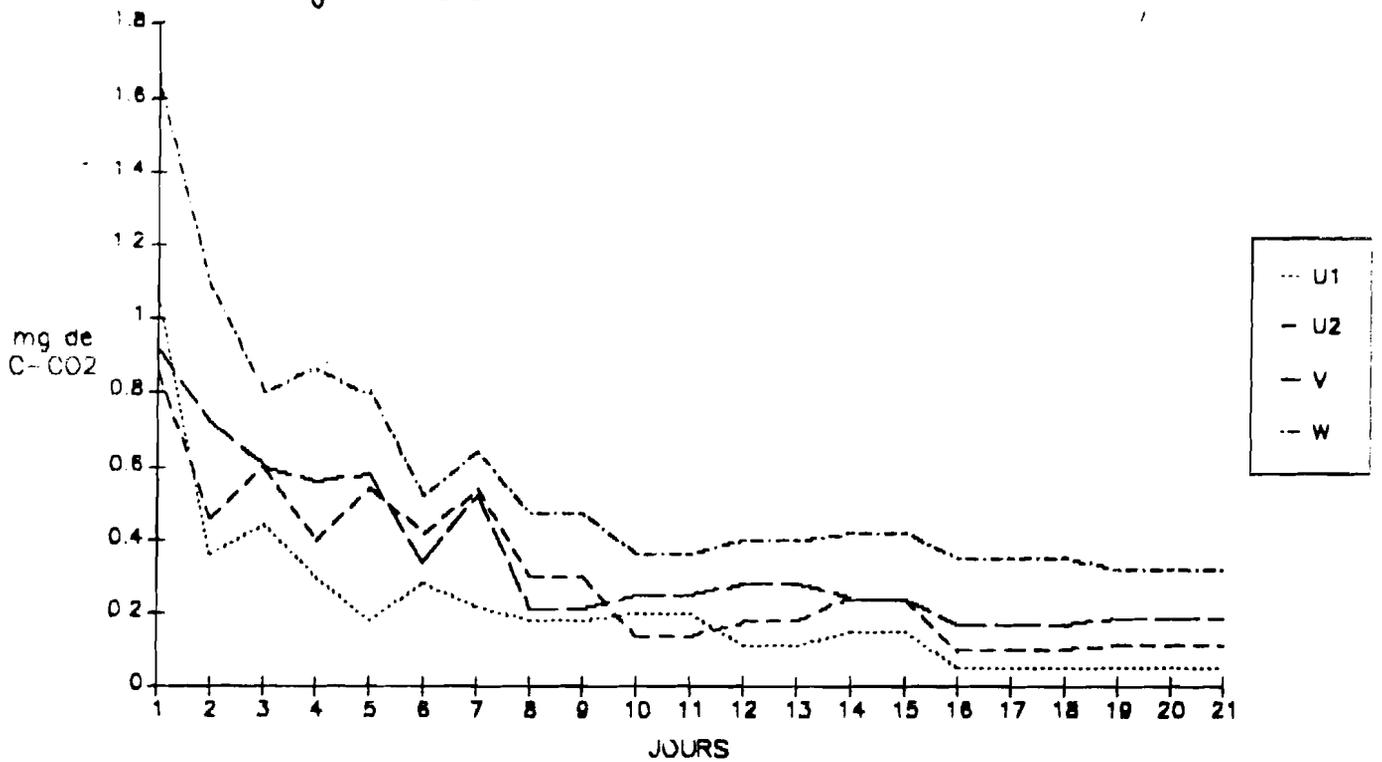
3.2.1. Evolution journalière de la quantité de CO₂ dégagé

L'allure générale des courbes permettent de les subdiviser en quatre phases.

- la première phase correspond au maximum de l'activité minéralisatrice le premier jour.
- une phase de décroissance rapide les trois premiers jours.
- une phase de décroissance lente jusqu'au neuvième jour avec apparition de plusieurs pics.
- une phase de quasi-stabilisation qui amène l'ensemble des courbes à une quantité de carbone inférieure à 0,4 mg au dernier jour du test (21^e jour).

* La première phase correspond au maximum de production de CO₂. On pourrait assimiler ce phénomène au "BIRCH EFFECT" ou flush de minéralisation qui correspond à la minéralisation intense observée en début de saison par suite du réveil de l'activité biologique des sols par la pluie. Les quantités de CO₂ dégagé dépendent de la nature et des quantités de matière organique dans le sol (HIEN, 1990). PEYRONEL (1975) cité par HIEN, (1990) observe que cette phase de dégagement de CO₂ est ascendante durant les 14 premières heures d'une incubation de sols fersiallitiques sans amendement organique et pense qu'elle correspond à la minéralisation de composés organiques facilement assimilables libérés lors du séchage et l'homogénéisation du sol. Cette phase correspond à la biodégradation des cadavres microbiens morts pendant la phase de dessiccation (JENKINSON, 1966 cité par HIEN, 1990) et des composés labiles tels que les sucres et les composés protéiques.

.../...

Fig 20: Dégagement journalier de CO₂/traitement.Fig 21: Dégagement journalier de CO₂/traitement.

La deuxième phase correspond à l'épuisement progressif des composés facilement biodégradables.

La troisième phase qui présente des pics correspond à la biodégradation par les micro-organismes de deuxième génération des composés néoformés qui entraînent les pics, et des composés plus résistants tel que la cellulose.

La quatrième phase correspond à la dégradation des composés plus résistants tel que la lignine. (SEDOGO, 1981 ; HIEN, 1990).

On remarque la supériorité de W sur les autres rotations puis viennent V, U2 et T. Les rotations R, S et U1 occupent les positions les plus basses sur les figures contrairement aux résultats du carbone organiques. On constate qu'en dehors de W, les assolements qui ont les plus fortes teneurs en carbone ont une activité biologique moins intense que ceux qui en possèdent moins.

HIEN (1990) montre que les quantités de CO₂ dégagé dépendent de la nature et des quantités des composés organiques. Les doses moyenne et forte de fumier entraînent une activité biologique supérieure soutenue tout au long de la dernière phase.

La dose de fumier reçue par W loin d'être une dose moyenne garde une production relativement élevée jusqu'à la fin du test.

3.2.2. Quantités cumulée de CO₂

Les différences se font plus nettes entre les différentes rotations quand on suit l'évolution des quantités cumulées de CO₂. On se rend compte que W garde les quantités de CO₂ dégagé les plus élevés.

Les deux autres groupes se distinguent plus nettement, il s'agit de V, U2 et T pour le premier groupe et de R, S et U1 en position inférieure pour le second groupe. Mais il est mieux d'exprimer ces valeurs en valeurs relatives c'est-à-dire en taux de minéralisation globale pour apprécier la vitesse de minéralisation des différentes rotations.

3.2.3. TMG et TMG cumulés

L'ordre préexistant est gardé avec la culture continue d'arachide W qui se distingue très nettement des autres. Il s'en suit les rotations qui ont les plus faibles fréquences d'apport de fumier (T, U2 et V).

JENKINSON (1977), CABELL (1978) cités par HIEN (1990), SEDOGO (1981) et HIEN (1990) montrent que les faibles quantités de composés organiques sont plus rapidement consommées en valeur relative. Ceci est confirmé par les TMG. Les rotations à faible fréquence d'apport de fumier (V, U2 et T) ont des TMG supérieurs à ceux des rotations recevant plus de fumier. Cependant W qui a le taux de matière organique le plus élevé fait l'exception à la règle. Deux hypothèses peuvent être dégagées. La première est que la monoculture d'arachide avec apport de fumier tous les ans améliore la composante biologique du sol. La deuxième hypothèse est que les feuilles mortes d'arachide tombées en fin de cycle se sont décomposées pour donner des composés organiques facilement dégradables.

Les rotations R, S, U1 qui ont les TMG les plus faibles auraient favorisé l'humification de sorte que les humus stables qui en résultent sont plus résistants à la dégradation.

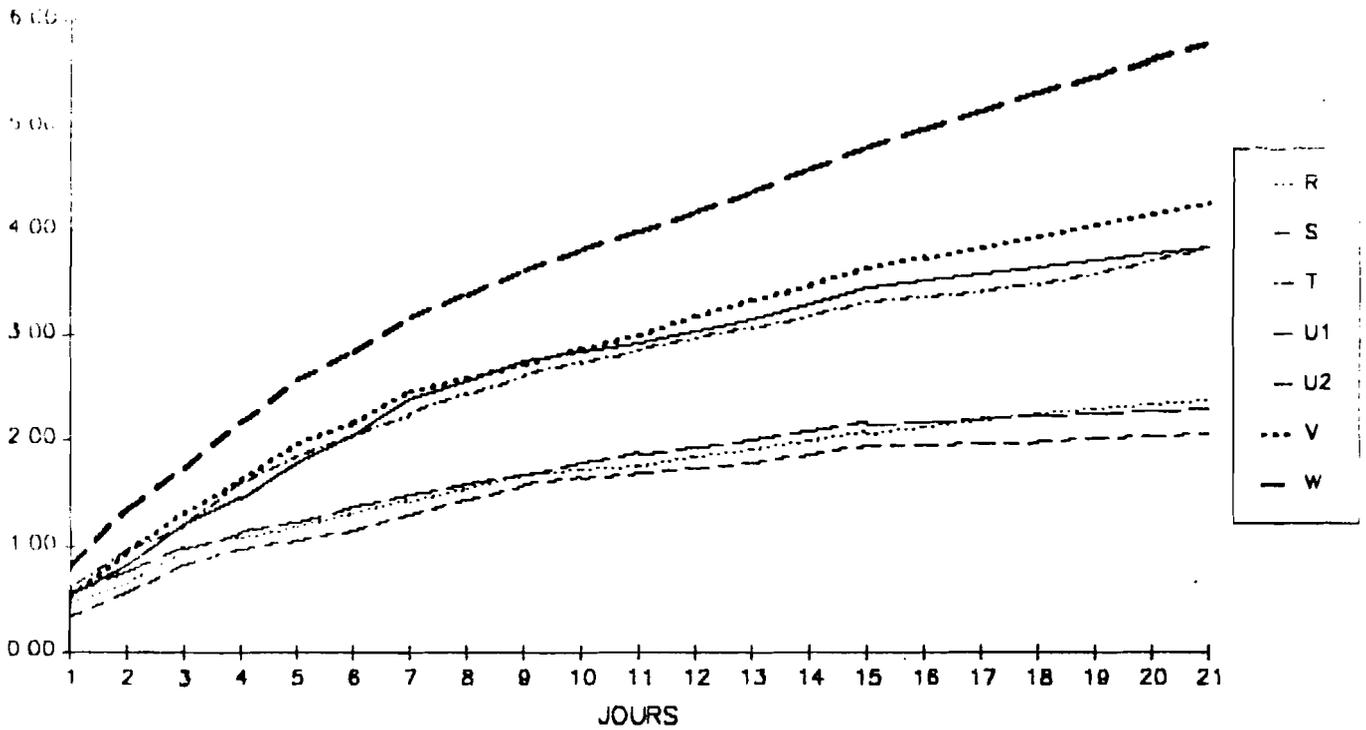
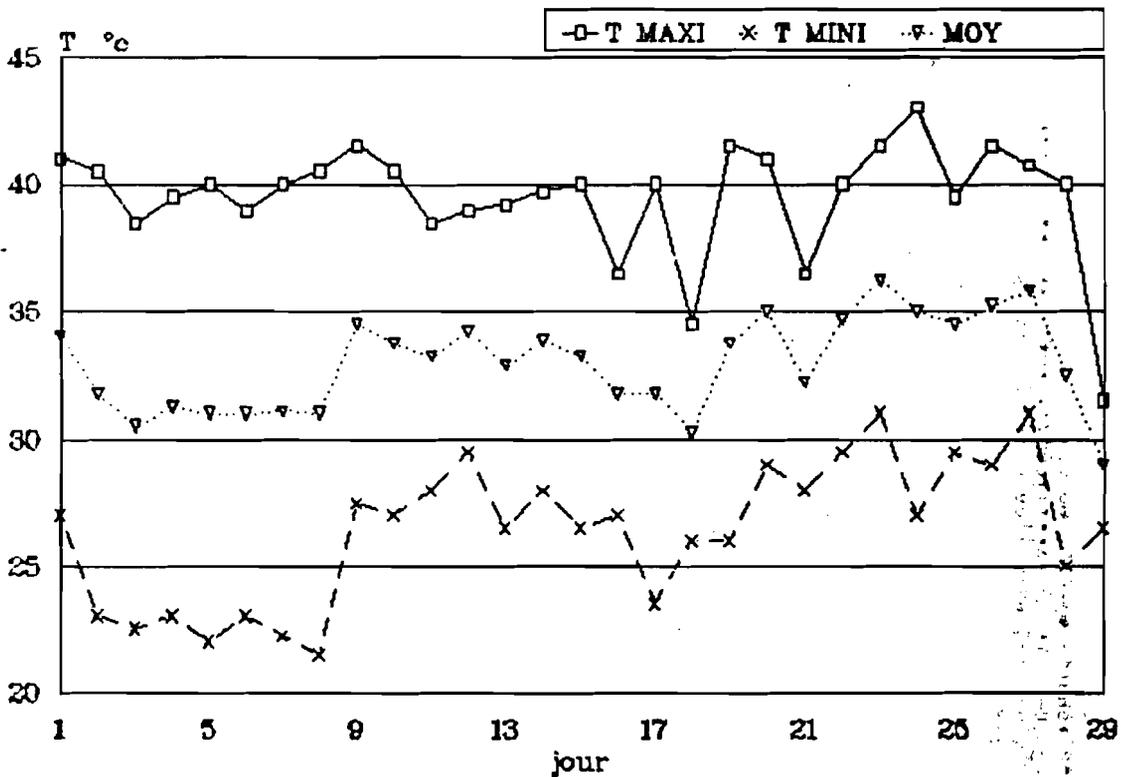


Fig 25: TEMPERATURES SOUS ABRI DU MOIS D'AVRIL (KAMBOINSE)



3.2.4. Conclusion

Le test respirométrique a permis de mettre en relief l'exclusivité de la monoculture d'arachide avec apport de fumier tous les ans (2,5 T/ha). Avec très peu de fumier on obtient une bonne activité biologique.

Ce test a permis d'autre part de distinguer trois groupes, dont le dernier (R, S et U1) au niveau du test respirométrique était en deuxième position pour toutes les autres caractéristiques (rendements, propriétés chimiques). L'explication la plus probable est que le fumier apporté sur S et U1 (fumier tous les ans) a évolué durant la saison des cultures pour donner de l'humus plus stable que celui de T, U2 et V. R se décomposerait plus lentement à cause de sa richesse en lignine qui produirait également a l'humus stable.

Le test a été mené à la température ambiante courant Avril et il est possible que celle-ci ait eu une influence sur la minéralisation (cf graphique T° sous abri Kamboinsé).

Dans tous les cas les doses de fumier apportées sur tous les sept types de rotations sont faibles et paraissent se minéraliser complètement chaque année laissant sur place très peu d'humus. L'effet de ces doses de fumier ne se manifesterait que ponctuellement chaque année tout en empêchant une baisse rapide du stock organique.

L'étude mérite d'être reconduite pour vérifier ces observations.

.../...

3.3. Recherche de corrélations entre quelques caractéristiques chimiques. Approche économique de l'étude

3.3.1. Etude des corrélations

3.3.1.1. Relation entre teneurs en aluminium échangeable et teneurs en carbone organique.

Quant on porte en abscisses les teneurs en carbone organique et en ordonnées les teneurs en aluminium échangeable, le nuage des points (7 couples : confère graphique) donne l'allure générale d'une droite de la forme $Y = a x + b$. La détermination des constantes a et b par le modèle de régression linéaire simple donne $Y = 0,32 - 1,43 x$ avec un coefficient de corrélation $R = -0,822$. ($Y = Al$ (még/100 g) $x = c$ (%)).

Il y a donc une assez étroite corrélation entre teneurs en aluminium et teneurs en carbone organique, avec une relation inverse entre les deux. En d'autres termes l'augmentation des teneurs en carbone organique (donc en matière organique du sol) entraîne une baisse des teneurs en aluminium échangeable.

Cette relation permet de confirmer le rôle important joué par la matière organique dans la limitation de l'acidification des sols et donc de l'apparition de l'aluminium échangeable toxique aux plantes à des teneurs élevées.

.../...

FIG n° 26 : Relation teneurs en azote et teneurs en carbone organique

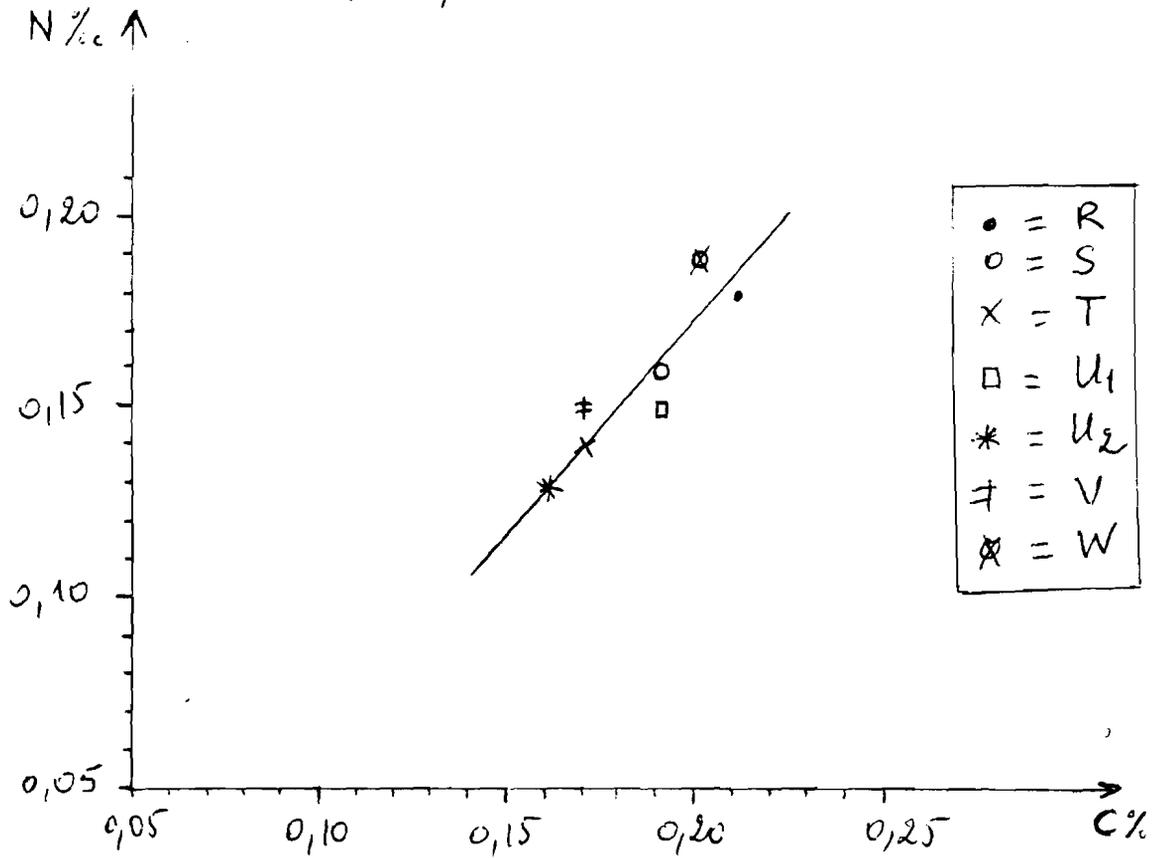
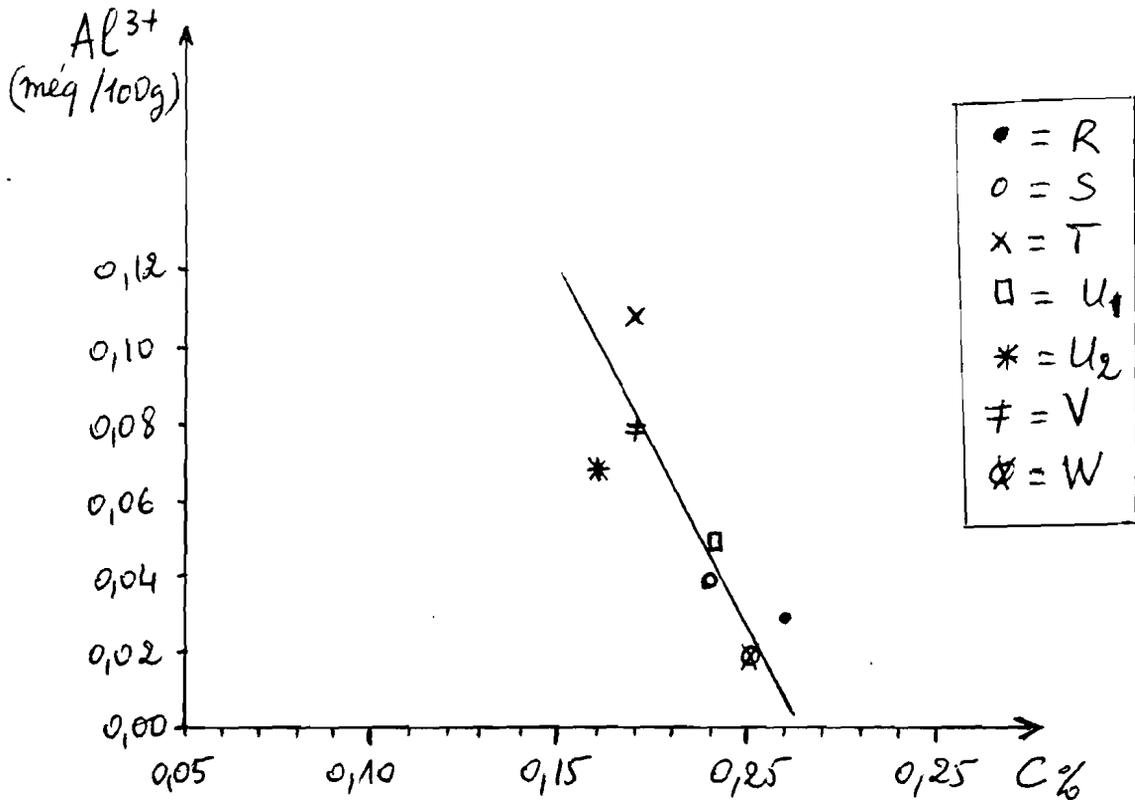


Fig n° 27 : Relation teneurs en aluminium échangeable (Al³⁺) et teneurs en carbone organique.



3.3.1.2. Relation entre teneurs en azote total et teneurs en carbone organique

Tout comme la relation précédente, la relation entre teneurs en azote total (y) et teneurs en carbone organique (x) est déterminée par la droite d'équation $y = 1,058 x - 0,038$. Le coefficient de corrélation $r = 0,897$. $r^2 = 0,805$.

Cela implique que 80,5 % des variations des teneurs en azote sont expliquées par celles des teneurs en carbone organique. Par conséquent les hypothèses sur l'importance de la lixiviation de l'azote minéral dans les sols recevant beaucoup de fumure azotée paraissent fondées. En fin d'hivernage le stock minéral azoté serait faible de sorte que toute différence entre teneurs en azote total est principalement liée aux taux de matières organiques du sol. Cela signifie que l'azote total dosé existe notamment sous forme organique.

L'azote fixé au niveau de la monoculture d'arachide est probablement réorganisé par les micro-organismes du sol dont la matière organique améliore l'action. L'importance de la minéralisation est probablement due à la minéralisation d'une population importante de micro-organismes morts en fin d'hivernage et à celle des micro-organismes morts lors du test respirométrique. Cette hypothèse reste à vérifier.

.../...

3.3.1.3. Relations nombre de nodules-teneurs en aluminium échangeable et poids des nodules - teneurs en aluminium échangeable.

L'aluminium échangeable est toxique aux plantes. Il freine le développement racinaire. Il inhibe d'autre part l'activité de la microflore du sol et bloque particulièrement le développement des rhizobiums.

A partir des résultats de 1990, les relations suivantes ont été dégagées :

$$\left(\begin{array}{l} \text{Nombre nodules} = 564,39 - 1901,39 [Al3+] \\ (\\ (r = - 0,358 \end{array} \right.$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{Poids nodules} = 0,21 - 0,96 [Al3+] \\ (\\ (r = - 0,851 \end{array} \right.$$

$$[Al3+] = \text{teneur en aluminium échangeable (még/100g de sol)}.$$

Ces deux relations montrent que le nombre de nodules/pied n'est pas influencé par la teneur en aluminium échangeable. Cependant l'aluminium échangeable affecte considérablement le poids des nodules, ce qui limite le développement des rhizobiums et la fixation symbiotique d'azote. Le poids des nodules est inversement proportionnel à la teneur en aluminium échangeable. On observe ainsi que la culture continue d'arachide (W) avec fumier tous les ans et peu d'engrais minéraux est la plus favorable à la fixation d'azote car elle a le poids des nodules le plus élevé. (0,22g/pied d'arachide). Elle est suivie des rotations R avec jachère et S et U1 avec fumier tous les ans. Les quatre rotations (W, R, S et U1) sont celles qui ont les taux de carbone les plus élevés. Il est ainsi mis en évidence que la matière organique améliore le poids des nodules puisque d'ailleurs, on avait montré que les matières organiques empêchent l'apparition de l'aluminium échangeable.

Fig n° 28 : Relation poids nodules et teneurs en aluminium échangeable (Al³⁺).

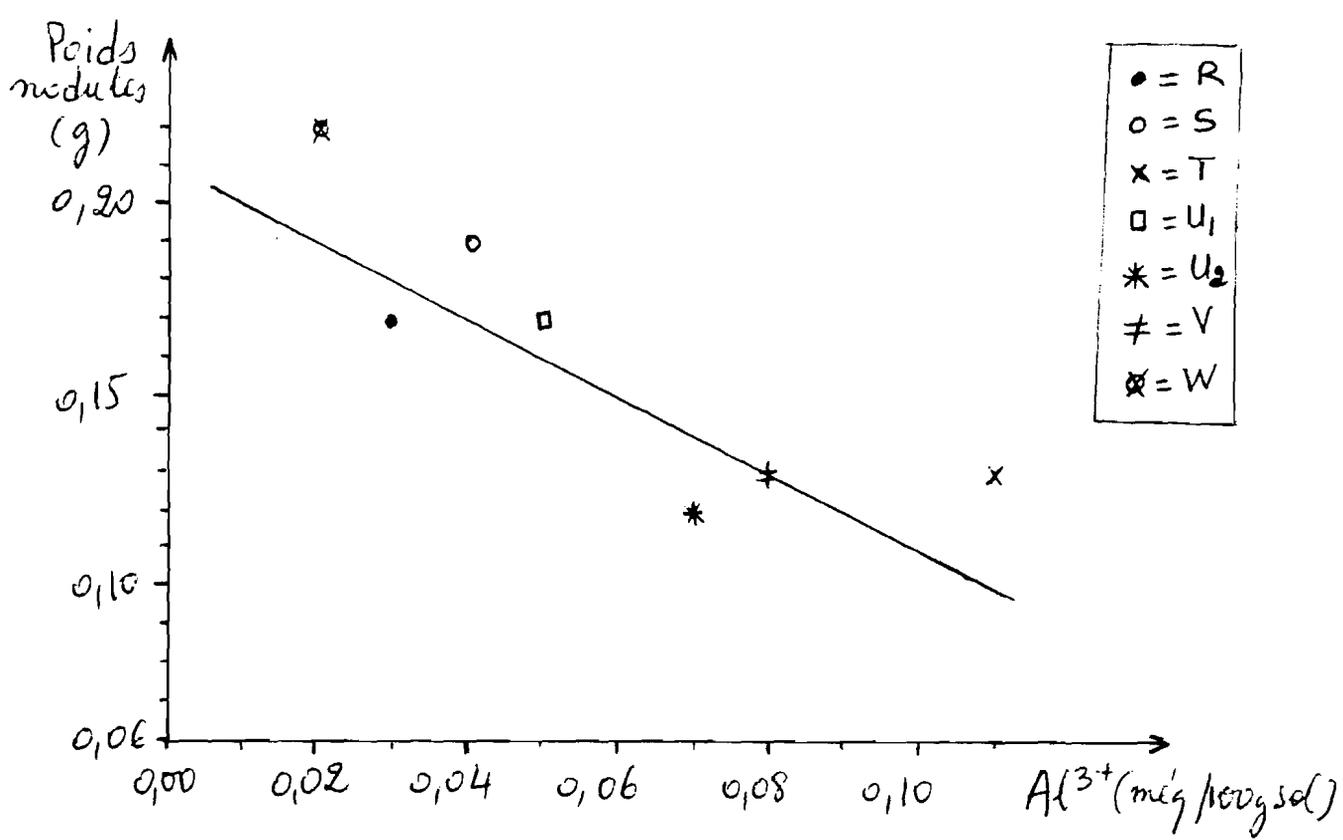
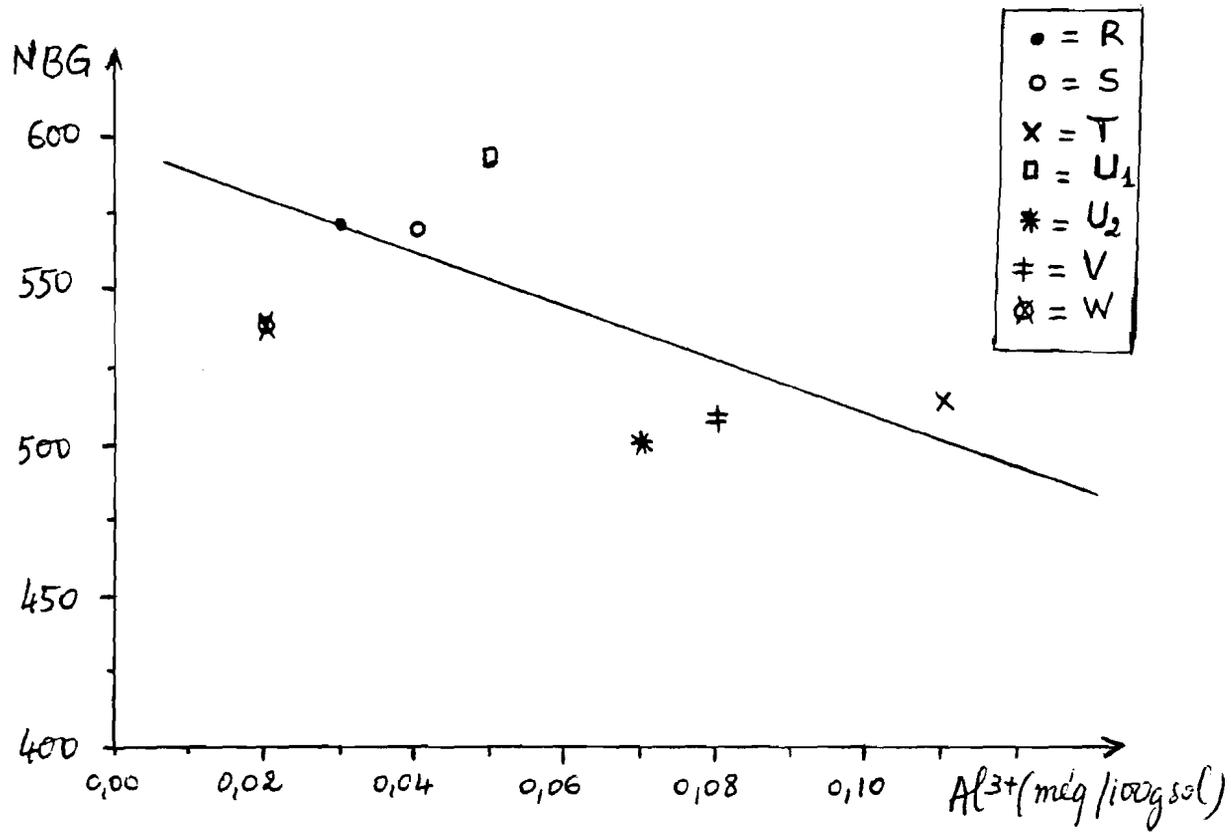


Fig n° 29 : Relation nombre de bonnes graines (NBG) et teneurs en aluminium échangeable (Al³⁺).



3.3.1.4. Relation nombre de bonnes graines - teneurs en aluminium échangeable

La relation nombre de bonnes grains-aluminium échangeable est donnée par la relation suivante :

$$\begin{cases} \text{Nombre bonnes graines} = 598,59 - 905,10 [\text{Al}^{3+}] \\ r = - 0,755 \end{cases}$$

$[\text{Al}^{3+}]$ = teneur en aluminium échangeable (még/100g de sol).

Le nombre de bonnes graines est assez fortement corrélié à la teneur en aluminium échangeable. Les fortes teneurs en aluminium entraînent une baisse de la qualité des gousses.

3.3.1.5. Relation nombre de bonnes graines (y) - poids des nodules (x).

La relation suivante a été établie entre ces deux paramètres :

$$\begin{cases} y = 832,89 x + 413,74 \\ r = 0,786 \end{cases}$$

Elle montre que le nombre de bonnes graines est proportionnel au poids des nodules. Le poids des nodules et le nombre des bonnes graines sur 500g de gousses sont plus élevés sur les rotations R, S, U1 et W qui ont par ailleurs les teneurs en carbone les plus élevées.

3.3.1.6. Relation rendements -poids de 100 bonnes graines.

La relation entre rendements (y) et poids de 100 bonnes graines (x) est donnée par l'équation suivante :

$$y = 73,57 x - 2510,63 \text{ avec } r = 0,884.$$

...#...

Figⁿ 30: Relation nombre de bonnes graines (NBG) et poids des modules (PN).

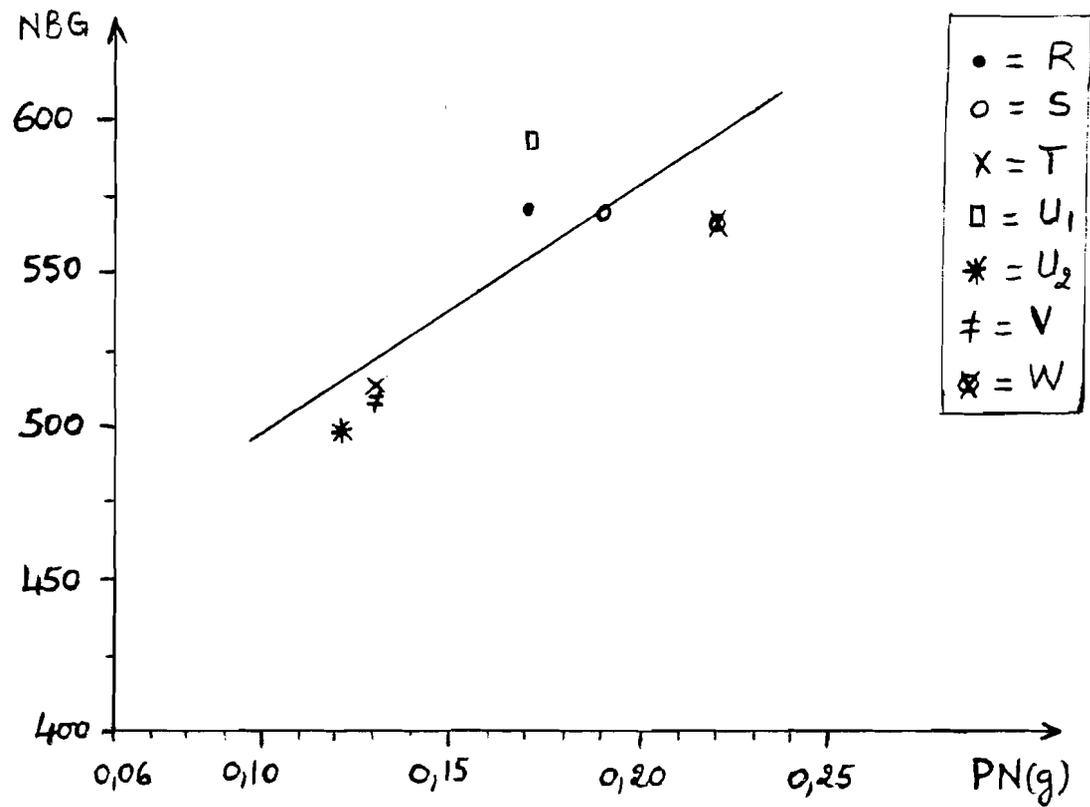
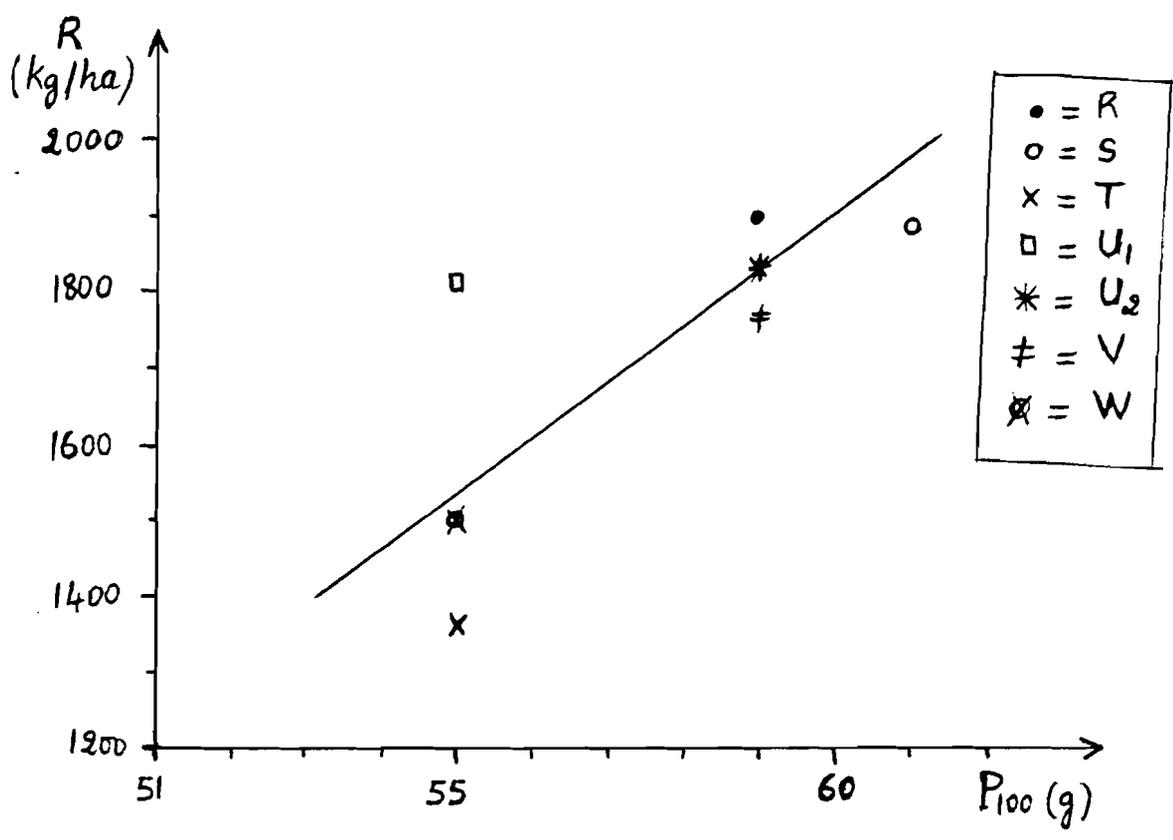


Fig 31: Relation rendements (R) et poids de 100 bonnes graines. (arachide) (P₁₀₀)



Le rendement est fortement corrélié au poids de 100 bonnes graines. Les rendements élevés sur les rotations U2 (arachide-maïs, fumier tous les deux ans) et V (arachide-maïs-mil, fumier deux ans sur trois) qui ont généralement les rendements les plus faibles, sont liés aux poids de 100 bonnes graines car le nombre de bonnes graines, affecté par l'aluminium est faible.

Conclusion

Ces corrélations montrent que l'aluminium échangeable perturbe le développement de l'arachide. Le nombre de bonnes graines est lié au poids des nodules qui baisse lorsque les teneurs en aluminium échangeable s'élèvent. L'aluminium échangeable tout en affectant négativement le poids des nodules, compromet ainsi le nombre de bonnes graines et donc la qualité et la quantité des récoltes. La corrélation carbone organique-aluminium échangeable montre que l'apport de matière organique au sol s'oppose à l'apparition de la toxicité aluminique.

3.3.2. Approche économique

Les calculs ont été effectués sur la base des prix officiels des engrais, des semences et des produits agricoles. Les prix figurent en annexe.

Les marges brutes les plus faibles sont obtenues sur les rotations qui avaient les rendements les plus bas et les caractéristiques chimiques les plus défavorables (T, U2, V). La monoculture d'arachide a de loin la marge brute la plus intéressante. Elle est suivie des rotations S (arachide-maïs), R (arachide-mil-jachère deux ans) et U1 (arachide-mil). Les rotations T, U2 et V ne diffèrent pas entre elles du point de vue marge brute (environ 70 000 FCFA pour chacune). Ce sont ces dernières rotations qui reçoivent le plus de fumure minérale.

Tableau n° 9 : Marges brutes/ha/traitement

types d'as- sole- ment	Rendements (Kg/ha)			Produit brut	Coût semence CFA/ha	Coût fumure CFA/ha	Coût total CFA/ha	Marge brute CFA/ha
	Arachi de	Maïs	Mil					
R	2052	-	667	118 814	9 900	3 488	13 388	105 426
S	2273	1038	-	141 483	11 200	9 888	21 088	120 395
T	1569	-	509	90 815	9 900	11 888	21 788	69 027
U1	1881	-	507	105 467	9 900	9 888	19 788	85 679
U2	1700	417	-	93 959	11 200	11 888	23 088	70 871
V	2014	728	603	92 622	8 067	12 192	20 259	72 363
W	1845	-	-	174 076	18 000	6 975	24 975	149 101
Moyennes de 1983 à 1990								

.../...

L'inconvénient déjà mentionné des engrais minéraux sur l'acidification du sol se répercute sur les marges brutes dégagées. Les engrais minéraux utilisés seuls ou avec peu de fumier sont peu rentables à cause de la baisse de rendements qu'ils entraînent et de la cherté de leur coût. En effet malgré la subvention de ces intrants, leurs prix demeurent élevés particulièrement les prix officiels de 1991 (cf. annexe).

.../...

C O N C L U S I O N G E N E R A L E

L'étude menée sur l'essai rotation intensive de Niangoloko a permis de suivre l'évolution des rendements et des caractéristiques chimiques des sols en fonction de différentes techniques culturales.

L'arachide qui est à la base de l'ensemble des rotations étudiées donne de bons rendements en gousses lorsqu'elle est cultivée en continue avec un apport annuel de fumier à la dose de 2,5 T/ha. La rotation quadriennale (arachide-mil-jachère deux ans) donne également de bons rendements, ce qui laisse supposer que cette rotation, outre l'amélioration des propriétés physico-chimiques du sol, favorise la fixation symbiotique de l'azote par l'arachide. En effet l'augmentation du taux de carbone de cette rotation est due aux graminées qui sont riches en lignine et pauvres en azote. Les rotations biennales (arachide-maïs, fumier tous les ans) et (arachide-mil, fumier (2,5 T/ha) tous les ans) ont également des rendements en arachide élevés, de même que la rotation triennale (arachide-maïs-mil, fumier (2,5 T/ha) deux ans sur trois). Les rotations biennales (arachide-mil, fumier (2,5 T/ha) tous les deux ans) et (arachide-maïs, fumier (2,5 T/ha) tous les deux ans) ont les plus faibles rendements en arachide et correspondent à celles qui reçoivent le plus de fumure minérale.

Les rendements en maïs sont plus intéressants sur les rotations (arachide-maïs, fumier tous les ans) et (arachide-maïs-mil, fumier deux ans sur trois). Ils sont supérieurs à une tonne/ha.

Les rendements en mil quant à eux, sont plus élevés sur la rotation avec jachère et la rotation triennale, mais sont faibles dans l'ensemble car ils sont à peine supérieurs à ceux obtenus en conditions d'exploitation traditionnelle.

.../...

L'analyse des caractéristiques chimiques du sol montre que les taux de carbone et d'azote des sols en fin de cycle de végétation sont plus élevés sur les rotations qui ont les fréquences d'apport de fumier les plus élevées. Ces rotations ont des pH plus élevés tandis que les rotations qui ont les plus faibles fréquences d'apport de fumier sont les plus acidifiantes et provoquent l'apparition d'aluminium échangeable préjudiciable aux cultures à des teneurs élevées. L'acidification des sols de ces rotations est due à l'action décalcifiante et acidifiante des engrais potassiques et ammoniacaux.

Les recherches de corrélations entre les différents paramètres chimiques et de rendements ont montré que l'aluminium échangeable perturbe le développement de l'arachide car le poids de nodules et le nombre de bonnes graines baissent lorsque les teneurs en aluminium échangeable s'élèvent. L'aluminium échangeable compromet ainsi la qualité et la quantité des récoltes d'arachide. La matière organique freine l'apparition d'aluminium échangeable et donc la toxicité aluminique.

Les meilleurs résultats économiques sont obtenus sur les rotations qui ont les fréquences d'apport de fumier les plus élevées.

Au regard des résultats des rendements, des caractéristiques chimiques et biologiques et de l'étude de la rentabilité économique, les meilleures rotations sont les rotations biennales (arachide-maïs) ou (arachide-mil) avec fumier (2,5 T/ha) tous les ans, la rotation quadriennale arachide-mil avec jachère de deux ans et la culture continue d'arachide avec apport de fumier tous les ans.

Dans la zone de l'étude (Niangoloko) la rotation avec jachère peut être toujours pratiquée du fait de la faible densité relative de population dans cette zone. Le mil ne rentabilise pas les fortes fumures minérales. Les rendements en mil pourraient être cependant augmentés en élevant les apports de fumier.

En définitive pour éviter la suroccupation des terres, il serait mieux d'intensifier les cultures et à ce sujet les rotations biennales à base d'arachide (arachide-maïs) avec apports annuels de 2,5 T/ha de fumier associé aux engrais azotés conviennent le mieux. Le fumier étant difficilement accessible, il peut être associé ou remplacé par le compost.

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

-◇-◇-◇-

B I B L I O G R A P H I E

- AYANABA (A.) et OKIGBO (B.N.), 1974 : Paillage du sol pour en améliorer la fertilité et accroître la production végétale.- Bull. Pédo. FAO n° 27 pp. 105-117.
- BADO (B.), 1985 : Amélioration de l'efficacité des phosphates naturels par l'utilisation des matières organiques. Mémoire de fin d'études-IDR-Université de Ouagadougou 107 p et annexes.
- BATTHYANY (C.), 1974 : Essais effectués en Amérique du Sud sur la fixation biologique de l'azote : Inoculation des légumineuses en Amérique latine- Bull. Pédo. FAO n° 27 pp. 180-187.
- BONZI (M.), 1989 : Etudes des effets des techniques de compostage et évaluation de la qualité des composts : Effets des matières organiques sur les cultures et la fertilité du sol. Mémoire de fin d'études IDR, Université de Ouagadougou. 61 p.
- BOYER (J.), 1976 : L'aluminium échangeable : Incidences agronomiques. Evaluation et correction de sa toxicité dans les sols tropicaux. Cah. ORSTOM, Série Pédol., 14(4) : pp. 259-269.
- BOYER (J.), 1980 : Toxicité apparente de certains engrais phosphatés et intoxication manganique induite. Cah. ORSTOM, Série Pédol. Vol. XVII N°s 3-4 pp. 297-304.
- CHARREAU (C.), 1974 : Matière organique et propriétés biochimiques du sol dans la zone tropicale sèche d'Afrique occidentale. Bull. FAO; n° 27 pp. 305-326.
- DABIN (B.), 1980 : La matière organique dans les sols normalement drainés. Cah. ORSTOM, Série Pédo., Vol. XVIII, N°s 3-4, pp 197-215.

.../...

- DELAS (J.), JUSTE (C.), GOULAS (J.P.), 1973 : Matières organiques et fertilité des sols. Contribution à l'étude des effets de la matière organique sur les rendements et la qualité des récoltes ainsi que l'évolution du milieu. B.T.I. n° 285 pp. : 842-855.
- EGAWA (T.), 1974 : L'emploi des matières organiques comme engrais au Japon. Bull. FAO. n° 27 pp. : 242-262.
- FLAIG (W.), 1974 : Biochimie de la matière organique du sol. Bull. FAO n° 27 pp. : 34-76.
- GUINKO (S.), 1984 : Végétation de Haute-Volta, T1. Thèse de Doctorat es sciences naturelles.
- GUIRA (T.), 1988 : Intensification de la culture du sorgho en sol ferrugineux. Etude des effets des techniques culturales sur la fertilité des sols. Mémoire de fin d'études. IDR. Université de Ouagadougou. 88 p.
- HIEN (V.), 1986 : Matière organique dans le sol et gestion des résidus culturaux au Burkina Faso. Colloques et Séminaires : Amélioration biologique de la fertilité des sols. DAKAR-SENEGAL. pp. : 493-504.
- HIEN (V.), 1990 : Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso. Thèse de Docteur de l'I.N.P.L. 121 p.
- IREO, 1980 : Rapport de synthèse. Institut de recherche sur les huiles et Oléagineux.
- LACOSTE (Y.), 1980 : Unité et diversité du tiers-monde : vallées désertes deltas surpeuplés. Afrique et Asie tropicales.
- LOMPO (F.), 1983 : Problématique de la matière organique dans la zone du plateau Mossi : Etude de la disponibilité en résidus culturaux et leurs modes de transformation. Mémoire de fin d'études IDR. Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 92 p.
- LOMPO (F.), SEDOGO (M.P.), 1983 : Rapport de synthèse. Fertilité-fertilisation, IRAT, 1983.
- MUSA (M.M.), 1974 : Fixation d'azote par certaines légumineuses dans la gézira soudanaise. Bull. FAO n° 27 pp.: 182-187.

- NANEMA (F.), 1990 : Etude des effets des techniques culturales sur la composition de la solution du sol et les pertes minérales par lixiviation. Mémoire de fin d'études. IDR. Université de Ouagadougou Burkina Faso. 72 p.
- N'GAMINE (J.), 1990 : Etude des effets des inoculations dans la pratique du compostage. Appréciation de la maturité et de la valeur fertilisante des composts obtenus. Mémoire de fin d'études. IDR. Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 73 p.
- PICASSO, BOSCH, CATTON (Ph.) : 1980-1990 : Fichiers d'expériences. Agronomie des oléagineux annuels.
- PICHOT (J.), EGOUMENIDES (Ch.), VELLY (J.), 1979 : Minéralisation et utilisation par les végétaux de l'azote organique soluble dans quelques sols tropicaux. Etude en milieu contrôlé avec l'azote 15. IRAT-Montpellier. 18 p.
- PICHOT (J.), SEDOGO (M.P.), POULAIN (J.F.), ARRIVETS (J.), 1981 : Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence des fumures minérales et organiques. L'agron. Trop., 19(12) : 1034-1072.
- PIERI (C.), 1989 : Fertilité des terres de savane. Bilans de 30 ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. CIRAD. 433 p.
- PNUD/FAO, 1981 : Rapport de mission. Mission de programmation et de suivi de la conférence mondiale sur la réforme agraire et le développement rural (CMRDR).
- SEDOGO (MP.), 1981 : Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride. Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures. Thèse de Docteur-Ingénieur. I.N.P.L. 163 p.
- SOHORO (A.), TADESSE (K.), 1987 : Expériences en matière de recherches agronomiques en milieu paysan au Burkina Faso. IN.E.R.A., 1987.
- SOLTNER (D.), 1986 : Les bases de la production végétale. Tome I : Le sol. 14^e éd.

- SOME (L.), 1989 : Diagnostic agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso ; Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse de Doctorat. Décembre 1989. Montpellier. 312 p.
- TRINH (S.), 1976 : Rôle tampon des constituants alumineux dans les sols acides de quelques pays d'Afrique et de Madagascar. Cah. ORSTOM, Série Pédo., Vol. XIV, n° 4 pp.: 271-278.
- WEY (J.), OBATON (M.), 1978 : Incidence de quelques techniques culturales sur l'activité fixatrice d'azote et le rendement de l'arachide. L'agron. Trop., 33(2) : pp. 129-135
- YOSHIDA (T.), 1974 : La source biologique d'azote dans les écosystèmes naturels et la production végétale. Bull. FAO. n° 27 pp.: 172-179.

-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-◇-

-◇-◇-◇-◇-◇-

-◇-

Caractéristiques des sols bruns forestiers (Andisoliques)
de Niangola, Mali

Granulométrie	0-10 cm
Argile	3,5%
Limon	3%
Sable grossier	78,3%
Sable fin	20,5%
Matière organique	5,54%
Carbone organique	3,12%
Azote total	0,319%
Bases échangeables	0,80 meq/100g de sol
Phosphore total	< 0,3%
Phosphore assimilable	Traces
PH	26,5

Intrants agricoles

• Ingrédients

- Urea : 92 F CFA /kg
- NPK : 409 F CFA /kg
- Super simple : 93 F CFA /kg
- Super triple : 96 F CFA /kg
- sulfate d'ammoniaque : 40 F CFA /kg
- KCl : 80 F CFA /kg

• Produits agricoles

- Aracluide : 94,35 F CFA /kg
- Maïs : 66 F CFA /kg
- Mil : 66 F CFA /kg

• Semences

- Aracluide : 180 F CFA /kg
- Maïs : 800 F CFA /kg
- Mil : 800 F CFA /kg

ANALYSES DE SOL

	R	S	T	U1	U2	Y	W
BASES TOTALES							
Ca total meq/100 g				< 0.5			
Mg total meq/100 g	4.17	2.29	2.23	2.23	2.23	2.29	2.50
K total meq/100 g	4.16	4.29	3.78	3.78	3.71	3.90	4.48
GRANULOMETRIE							
Argile %	2.8	3.4	3.3	2.4	3.0	2.4	4.2
Limons fins %	3.7	4.7	3.0	3.7	3.9	4.0	3.6
Limons grossiers %	4.0	3.2	3.3	3.5	3.3	3.7	4.0
Sable fin %	11.8	10.4	9.9	10.8	10.7	11.4	11.4
Sable grossier %	77.8	78.3	80.4	79.6	79.0	78.5	76.8
MATIERE ORGANIQUE							
Matière organique %	0.59	0.45	0.34	0.40	0.33	0.48	0.41
Carbone %	0.34	0.26	0.20	0.23	0.19	0.28	0.24
Azote total %°	0.27	0.23	0.21	0.21	0.18	0.20	0.20
Rapport C/N	13	11	10	11	10	14	12
PHOSPHORE							
Total ppm P	92	70	51	53	48	52	49
Assimilable (Olsen) ppm P	19	19	17	21	15	16	15
(Résines) ppm P							
				Valeurs trop faibles			
COMPLEXE ABSORBANT							
Ca meq/100 g	0.30	0.30	0.18	0.36	0.26	0.23	0.30
Mg meq/100 g	0.08	0.06	0.02	0.04	0.04	0.05	0.05
K meq/100 g	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Na meq/100 g	0.01	0.08	0.03	0.07	0.02	0.01	0.02
Al meq/100 g	0	0	0	0	0	0	0
H meq/100 g	0	0.02	0	0	0	0	0
CEC meq/100 g	0.62	0.50	0.38	0.48	0.36	0.35	0.47
pH eau	4.85	4.70	4.60	4.95	4.75	4.10	5.20
pH KCl	3.95	3.90	3.80	3.80	3.80	3.80	4.00

Analysé en fin de saison sèche C4 avant
apport de fumier (parcelles en arachide
en 85)

	I	2	3	4	5	6	7
	R	S	T	U1	U2	Y	W
	A	A	A	A	A	A	A
	B	BS	B	B	BS	BS	BS
	J						
	J	Mais avec fumier	Mil sans fumier	Mil avec fumier	Mil sans fumier	Mil sans fumier	Mil sans fumier
ROTATIONS							
Bases totales LP/Hc104	Ca Mg K Na	0,35 1,66 2,56 0,30	0,32 1,66 2,71 0,33	0,50 1,55 2,52 0,30	0,33 1,55 2,38 0,33	0,28 1,63 2,58 0,30	0,49 1,55 2,58 0,33
Granulométrie							
	Terre fine Argile Limons fins Limons grossiers Sable fin Sable grossier Humidité à 105° Carbonate (CO ₂ Ca)	2,4 3,0 4,0 6,9 83,7	2,7 3,6 6,0 9,0 73,7	2,7 3,0 4,0 7,2 82,1	2,1 3,0 4,0 3,3 82,5	2,7 2,6 3,9 8,4 81,2	2,8 3,1 4,1 7,3 74,9
Matière organique							
	Matière organique Carbone Azote total Rapport C/N	0,45 0,28 0,23 II	0,33 0,19 0,22 9	0,31 0,18 0,21 3,5	0,31 0,18 0,22 8	0,31 0,18 0,22 8	0,29 0,17 0,21 8
Phosphore							
	TOTAL Assimilable (Olsen Bray Saunders Résine)	86 18 15 19 1,6	54 18 10 23 3,7	86 18 40 29 2,9	48 14 10 21 3,3	50 16 88 20 3,6	62 16 10 26 4,3
Complexe absorbant							
	Ca meq/100 g sol Mg " " K " " Na " " Sortie des bases	0,27 0,05 0,02 0,01 0,35	0,29 0,05 0,02 0,01 0,41	0,18 0,04 0,02 0,01 0,25	0,19 0,04 0,02 0,01 0,25	0,28 0,05 0,02 0,01 0,35	0,19 0,05 0,02 0,03 0,30
AcLH14							
	Capacité d'échange Saturation $V = \frac{S}{S+I} \times 100$ CDC	0,93 39	1,10 37	0,97 25	0,95 27	0,88 41	0,96 31
	pH eau pH KCl	5,50 4,30	5,40 4,30	5,35 4,15	4,05 4,20	5,50 4,30	5,10 4,15

Annexe 2

Analyse sol 1985
et 1986

1987

ANALYSES DE SOL

	R	S	T	U1	U2	Y	W
BASES TOTALES							
CA meq/100 g	0.75	0.91	0.81	1.10	0.48	0.59	0.86
Mg meq/100 g	2.04	2.47	2.14	2.29	1.77	1.70	2.12
K meq/100 g	3.02	3.83	4.13	3.80	3.26	3.45	4.67
MATIERE ORGANIQUE							
Matière organique en %	0.53	0.51	0.44	0.46	0.26	0.38	0.50
Carbone en %	0.31	0.30	0.26	0.27	0.15	0.22	0.29
Azote total en %	0.27	0.28	0.29	0.26	0.12	0.24	0.32
Rapport C/N	11.5	11	9	10	13	9	9
PHOSPHORE							
Total ppm P	72	86	98	96	112	76	67
Assimilable (Olsen) ppm P	19	25	24	32	22	19	18
COMPLEXE ABSORBANT							
CA meq/100 g	0.41	0.50	0.18	0.17	0.19	0.20	0.27
Mg meq/100 g	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K meq/100 g	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Na meq/100 g	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al meq/100 g	0.02	0.02	0.07	0.04	0.07	0.07	0.02
H meq/100 g	0	0	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01
CEC meq/100 g	0.76	0.65	0.36	0.38	0.30	0.59	0.48
Ph de l'extrait	5.90	5.94	4.93	5.26	5.00	4.82	5.31
PH							
Ph eau	5.70	6.20	5.80	5.75	5.65	5.70	5.95

1986

29.

ANALYSES DE SOL

	R	S	T	U1	U2	Y	W
BASES TOTALES							
Ca total meq/100 g	5.49	5.55	4.09	4.40	4.85	3.69	6.06
Mg total meq/100 g	2.04	2.10	1.92	2.02	2.00	1.98	2.17
K total meq/100 g	3.62	3.67	3.27	3.60	3.69	3.47	4.31
MATIERE ORGANIQUE							
Matière organique %	0.48	0.40	0.38	0.45	0.38	0.38	0.40
Carbone %	0.28	0.23	0.22	0.26	0.22	0.22	0.23
Azote total %	0.27	0.24	0.24	0.24	0.21	0.24	0.24
Rapport C/N	10	10	9	11	10.5	9	10
PHOSPHORE							
Total ppm P.	61.9	70.1	50.4	55.3	60.9	41.3	72.8
Assimilable (Olsen) ppm P	13.8	24.8	14.2	19.2	18.1	12.0	25.1
COMPLEXE ABSORBANT							
Ca meq/100 g	0.31	0.20	0.22	0.16	0.14	0.12	0.25
Mg meq/100 g	0.08	0.05	0.05	0.07	0.05	0.03	0.07
K meq/100 g	0.04	0.04	0.04	0.09	0.04	0.03	0.03
Na meq/100 g	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al meq/100 g	0.03	0.07	0.10	0.09	0.09	0.14	0.09
H meq/100 g	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.06	0.11
CEC meq/100 g	0.53	0.46	0.43	0.44	0.38	0.37	0.47
pH eau							
pH eau	5.30	4.80	4.80	4.85	4.80	4.90	4.80
pH KCl							
pH KCl	4.10	3.80	3.90	4.00	3.90	3.90	3.90

Annexe 3

Carbone(S) Argote et (N) et respirant $\frac{C}{N}$ en fonction des traitements.

	R	S	T	U ₁	U ₂	V	W
C %	0,21	0,19	0,17	0,19	0,16	0,17	0,20
M.O. %	0,36	0,33	0,29	0,33	0,28	0,29	0,34
N %	0,18	0,16	0,14	0,15	0,13	0,15	0,19
C/N	1,17	1,19	1,21	1,27	1,23	1,13	1,05

PH eau, PH KCl - (horizon 0-20 cm).

	R	S	T	U ₁	U ₂	V	W
PH eau	6,16	5,85	5,73	6,04	5,84	5,79	6,40
PH KCl	4,82	4,61	4,45	4,63	4,50	4,46	4,94
Acidité potentielle	1,34	1,24	1,28	1,41	1,34	1,33	1,46

Analyse de sol 1988

1988

14000
21/10

2. ANALYSE DE SOL

14000
21/10

RELEVÉ BRUT DE L'ÉCHANTILLON

	S	T	U ₁	U ₂	V
MATIERE ORGANIQUE	0,41	0,42	0,41	0,41	0,45
MAT D60	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
MAT D200	0,24	0,26	0,24	0,24	0,24
ARGILE > 0,2	0,23	0,19	0,23	0,23	0,23
ARGILE < 0,2	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
C/N	10,8	10,7	10,8	10,8	10,8
PHOSPHORE	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
DISTEN DABIN PPM	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
P TOTAL	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8
CEM. LITE ABRÉVIÉE					
CA ECH	0,19	0,10	0,14	0,14	0,14
MG ECH	0,11	0,01	0,05	0,05	0,05
MG ECH	0,35	0,02	0,02	0,02	0,02
K ECH	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NA ECH	0,01	0,10	0,01	0,01	0,01
AL ECH	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
H ECH	0,22	0,34	0,34	0,34	0,34
SOMME	0,53	0,26	0,26	0,26	0,26
CEC	0,34	4,32	4,32	4,32	4,32
PH CORRECT	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35
SATURATION	0,32	1,29	1,29	1,29	1,29
PH SAM	5,95	4,75	4,55	4,55	4,55

Annexe 4

ESSAI ROTATION INTENSIVEA. BUT

Etudier différentes formules de rotation en culture intensive avec utilisation de fumure organique et minérale.

B. ORGANISATION

7 types d'assolement :

Année	R	S	T	U1	U2	V	W
1	A	A	A	A	A	A	A
2	M	MS	M	M	MS	MS	-
3	J	-	-	-	-	M	-
4	j	-	-	-	-	-	-

A = arachide M = mil MS = maïs J = jachère

- dans l'assolement U il y a eu subdivision en 1983 en deux rotations A-M avec fumier tous les ans (U1) et A-MS avec fumier seulement tous les deux ans sur arachide (U2).
- L'assolement W est constitué par une culture continue d'arachide.
- culture sur billons - parcelles isolées de 5 lignes de 20 m
- 16 traitements x 4 répétitions = 64 parcelles de 80 m²

C. REALISATION1. ARACHIDE

28 parcelles - semis à 30 x 15 cm sur billons - RMP 91

- 2.5 t/ha de terre de parc sur toutes les parcelles en arachide
- fumure : 75 kg/ha de Super-siuple au billonnage sur toutes les parcelles en arachide
- semis à 2 graines traitées par poquet
- comptage à la levée et démarrage à 1 graine
- prélèvement de sol : sur les parcelles où des tâches jaunes apparaissent, on fera un prélèvement de sol dans les tâches et un en dehors des tâches.
- test de vigueur et DF au 45^{ème} jour sur rang 6. Sur les parcelles présentant des tâches jaunes on fera un prélèvement dans les tâches et un prélèvement en dehors des tâches.
- nombre et poids des nodules sur 2 séries de 5 pieds par parcelle au 60 jour. Sur les parcelles présentant des tâches jaunes on fera un prélèvement dans les tâches et un prélèvement en dehors des tâches.
- traitement contre les cercosporioses et rouille à la demande avec PLANTVAX à 3.5 l/ha
- analyse de récolte sur 500 g de gousses par parcelle

2. MAÏS

12 parcelles - semis à 80 x 40 cm sur billons - variété SR 22 (résistante aux viroses et sensible aux conditions de culture)

- 2.5 t/ha de terre de parc sur les parcelles :
 - 4, 18, 48, 63 = rotation S
 - 8, 31, 41, 51 = rotation V
- apport de 50 kg/ha de KCL au billonnage sur les parcelles :
 - 14, 26, 37, 53 = rotation U2
- sur toutes les parcelles en maïs apport de :
 - * 100 kg/ha de Suif. d'ammon. au billonnage

- * 50 kg/ha de Super-triple au billonnage
- semis à 4 graines traitées par poquet
- démarrage à 2 pieds à 10 jours
- tailles des plants par parcelle à la récolte
- sur toutes les lignes utiles, comptage du nombre de poquets à la récolte, nombre de pieds, nombre d'épis
- rendement en kg/ha et g/pied. Poids d'un épis. Rendement décortilage. Rendement grain/ha

3. MIL

- 16 parcelles - semis à 80 x 80 cm sur billons - variétés P5 ou P4
- aucun apport sur le mil de la rotation R
- 2.5 t/ha de terre de parc sur les parcelles :
 - 12, 32, 40, 55 = rotation U1
- apport de 50 kg/ha de KCL aux semis sur les parcelles :
 - 1, 30, 35, 58 = rotation T
 - 9, 23, 34, 60 = rotation V
- sur les parcelles 1, 9, 12, 23, 30, 32, 34, 35, 40, 55, 58, 60 (rotations U1, T, V) apport de :
 - * 100 kg/ha de Sulf. d'ammon. au semis
 - * 100 kg/ha de Sulf. d'ammon. à 35 j.
 - * 50 kg/ha de Super-triple au semis
- semis de semences désinfectées
- démarrage à 4 pieds à 10 jours
- tailles de 10 plants par parcelle à la récolte
- sur 10 poquets, nombre et poids de talles, d'épis fertiles, d'épis stériles. Décortilage et rendement décortilage.
- sur toutes les lignes utiles, comptage du nombre de poquets et d'épis en kg/ha et g/pied. Poids d'un épis

4. JACHERE

8 parcelles. Les jachères seront brûlées avant la mise en culture et les cendres légèrement enfouies pour éviter les pertes par le vent.

5. DEBRIS DE RECOLTE

Les fanes d'arachide, les tiges de mil et de maïs seront brûlées sur les parcelles avant préparation du terrain ou si possible, enfouies au moment du billonnage.

6. ANALYSE DE SOL

Prélèvement annuel (fin mars) d'un échantillon moyen de sol par rotation, pour analyse.

D. IMPLANTATION

station de Niangoloko depuis 1960