

On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials).

On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials). On the basis of the cropping systems studied, yield stability and crop response to fertilization were tested on three trials (fertilization trials).

BIBLIOPHIE

(1) NICOLI R. (1987) - Etude de succession culturale en Afrique de l'ouest et du sud-ouest. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(2) CATTAN P. (1987) - Evolution des rendements et de la composition chimique des produits végétaux en relation avec le type de sol. Océanica, 45 (12), 428-434.

(3) NICOTI A., SEDDO M., POULAIN J.B., ARVIZO J.L. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(4) MEU C. (1989) - Savanes des zones de savanes - Savanes de l'Afrique de l'ouest. Océanica, 47 (1), 1-12.

(5) PREVOY K., OLLAGHER M. (1989) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(6) SALES F., TRADRE K. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(7) SCHILLING R., WILSON M. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(8) BOFFIN J., SEBLOTTE M. (1982) - Fertilité potentielle, évaluation de la fertilité des sols pour l'économie. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(9) CATTAN P. (1987) - Etude de succession culturale en Afrique de l'ouest et du sud-ouest. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(10) DELBOE G. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(11) OLLIER P. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(12) GARY R. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(13) PINO-NERA (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(14) BONES M.L. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

(15) MARGUETTE L. (1987) - Evolution de la fertilité et du rendement des sols dans les zones de savanes humides et sèches. L'Agriculture Tropicale, XXXIII (1), 31-62.

RESUMEN

Evaluación experimental de diversos sistemas de cultivo que incluyen el uso de fertilizantes en las zonas de sabanas húmedas y secas de África Occidental.

P. CATTAN, R. SCHILLING, Océanica, 1992, 47, n° 11, p. 621-644

جامعة الزيتونة
المركزية
المكتبة
البيئية
الزيتونية

Agro
N° 55/01



THE BRITISH LIBRARY

This document has been supplied by, or on behalf of, The British Library Document Supply Centre, Boston Spa, West Yorkshire LS13 7BQ United Kingdom

WARNING: Further copying of this document (including storage in any medium by electronic means) other than that allowed under the copyright law, is not permitted without the permission of the copyright owner or an authorised licensing body.

N'OUBLIEZ PAS DE RENOUELER VOTRE ABONNEMENT 1993 À OLÉAGINEUX
avec le bulletin inséré dans ce numéro

REMEMBER TO RENEW YOUR SUBSCRIPTION TO OLEAGINEUX FOR 1993
with the subscription form contained in this issue

NO SE OLVIDE DE RENOVAR SU SUBSCRIPCIÓN A OLEAGINEUX POR 1993
llenando el boletín de suscripción incluido en el presente número

INDEX DES ANNONCEURS

BANQUE NATIONALE DE PARIS	couv. p. 3	MÉCANIQUE MODERNE	II-VIII
BLOHORN	couv. p. 2	OLIER (Sté Nouvelle des Ets)	couv. p. 4
EXTRACTION DE SMET	III	SAMAT (Les Fils de Louis)	660
HERSTAL (Ateliers de)	II	VYNCKE	VII

Evaluation expérimentale de différents systèmes de culture incluant l'arachide en Afrique de l'Ouest(1)

Experimental assessment of different cropping systems including groundnut in West Africa(1)

P. CATTAN⁽²⁾, R. SCHILLING⁽³⁾

Résumé. — A partir d'expérimentations menées sur le long terme, différents systèmes de culture incluant l'arachide à divers niveaux d'intensification sont évalués. L'insuffisance des fumures minérales seules est mise en évidence. L'introduction de périodes de jachère plus ou moins longues n'empêche pas toujours la baisse de productivité des parcelles mais la qualité des jachères, en zone soudano-sahélienne, semble être en cause. L'apport de matière organique permet de conserver une production de bon niveau, mais les contraintes parasitaires s'accroissent avec l'intensification des rotations et la disparition des jachères. L'effet bénéfique de l'introduction de l'arachide dans des successions culturales à dominante céréalière est attesté.

Mots clés. — Arachide, rotations, fumure organique, fumure minérale, jachère, fertilité, durabilité.

INTRODUCTION

L'arachide, bien adaptée au climat soudanien, est à même de tenir une place plus importante dans les systèmes de production rencontrés dans la zone. Sa bonne valeur marchande et son intérêt comme source d'huile et de protéines dans l'alimentation humaine font qu'elle trouve sa place aussi bien en tant que culture de rente que de production alimentaire.

D'un point de vue agronomique l'introduction de cette légumineuse dans les systèmes de culture traditionnels conduit à s'intéresser à deux aspects ; celui de la modification des systèmes en place en relation avec le rôle de la légumineuse dans le bilan azoté des sols, ainsi qu'avec l'introduction d'une fertilisation minérale généralement associée à la culture de l'arachide sur une grande échelle ; celui relatif à la pérennité des systèmes ainsi modifiés et à l'évolution au cours du temps des rendements et contraintes de culture qui leur sont liés. Ces deux aspects correspondent à des problèmes complémentaires résultant respectivement de l'amélioration des systèmes existants et du maintien de la fertilité.

Après avoir brièvement décrit les effets induits par l'introduction d'une culture d'arachide, on s'attachera à évaluer différents systèmes de culture expérimentaux incluant la légumineuse dans un objectif de maintien de la productivité à long terme.

Abstract. — Based on long-term experiments, an assessment was made of different cropping systems including groundnut at various levels of intensification. The inadequacy of mineral fertilization alone was revealed. Introducing fallow periods of varying lengths did not always prevent a drop in plot productivity, but in the Sudanese-Sahelian zone fallow quality seemed to be a possible reason for this. Organic matter applications kept production at a satisfactory level, but parasite constraints increased as the rotations became intensified and fallow disappeared. The beneficial effect of introducing groundnut in cereal-based cropping sequences is borne out.

Key words. — Groundnut, rotations, organic fertilizer, mineral fertilizer, fallow, fertility, sustainability.

INTRODUCTION

Groundnut, which is well adapted to the Sudanese climate, is capable of playing a greater role in the production systems encountered in the zone. Its good commercial value and its usefulness as a source of oil and proteins for human consumption mean that it is suitable both as a cash crop and for food production.

From an agricultural point of view, introduction of this legume into traditional farming systems requires two aspects to be considered: modifying the existing systems in relation to the role played by the legume in the nitrogen balance of the soil, and the introduction of mineral fertilization which usually accompanies groundnut cultivation on a large scale, along with the sustainability of the systems so modified and the change in yields with time and the cropping constraints linked to them. These two aspects correspond to complementary problems resulting from improvement of existing systems and from fertility conservation respectively.

After briefly describing the effects induced by introduction of groundnut growing, an attempt will be made to assess different experimental cropping systems, including this legume, with a view to maintaining long-term productivity.

(1) D'après une communication présentée au séminaire AGER-CIRAD "Savanes d'Afrique, terres fertiles ?" Déc. 1990

(2) Ingénieur de recherche CIRAD-CA/INERA. Station de Kamboinsé, Ouagadougou, Burkina Faso

(3) CIRAD-CA. Montpellier, France

(1) Based on a paper presented at the AGER-CIRAD seminar "African savannah, fertile land?" December, 1990

(2) CIRAD-CA/INERA research engineer. Kamboinsé station, Ouagadougou, Burkina Faso

(3) CIRAD-CA. Montpellier, France

ARACHIDE ET TECHNIQUES ASSOCIEES

Alors que la majorité des successions culturales en Afrique de l'Ouest sont à base de céréale et sont associées à une fertilisation épisodique, la diversification des cultures représente une nécessité qui est justifiée tant sur le plan agronomique (suppression des effets d'allopathie d'une succession du sorgho sur lui-même ; exploitation des réserves sur l'ensemble du profil ; diminution des contraintes parasitaires ...), qu'économique (accès au marché). Pour l'arachide on décrira deux aspects relatifs à l'effet "légumineuse" et à la disponibilité de nouveaux facteurs techniques liés à l'introduction de cette culture.

□ Introduction d'une culture d'arachide

Divers travaux comparant différents types de rotations, ont permis de mettre en évidence l'effet bénéfique de la légumineuse. Nicou [10] relève au Sénégal son intérêt en tant que précédent du riz pluvial et du maïs, Pichot [12] note au Burkina Faso sa supériorité (relative) sur le sorgho comme précédent cultural.

Plus récemment, Salez et Traore [15] quantifient en station au Mali l'effet légumineuse dans des rotations avec le sorgho et l'évaluent à 20% sur le rendement grain par rapport à un précédent sorgho.

Marquette [9] au Togo signale que le précédent arachide, dans le sud, donne au maïs une production supérieure de 34 % à celle obtenue après un maïs. Dans la région centrale, la culture d'arachide avant celle du cotonnier procure à ce dernier un accroissement de 29 %.

En 1990 l'introduction dans la zone centre-nord du Burkina Faso d'une arachide non fertilisée sur une parcelle paysanne en culture continue de sorgho, amenait sur le sorgho en rotation par rapport à la monoculture une augmentation de 50 % du nombre d'épis et de 40% sur le poids de paille (IRHO-INERA) [6].

F. Ganry [5], citant Jones [8], rappelle l'effet bénéfique de la jachère : face à l'abandon des jachères sous l'effet de la pression démographique croissante, l'utilisation des ressources propres du système de production est devenue une nécessité. Il devient alors indispensable, d'une part de recourir à la fumure organique, d'autre part de maximiser la source d'azote exogène constituée par une légumineuse en rotation avec la céréale. Ces pratiques, jointes à l'introduction de jachères chaque fois que possible, conduisent l'auteur à souligner la nécessité de "l'intensification peu ou prou", politique du possible qu'il appartient aux agriculteurs et aux agronomes de moduler au mieux des conditions agro-économiques locales.

□ Introduction de la fertilisation

Elle est généralement liée à un contexte économique et institutionnel favorable ainsi qu'à l'efficacité des structures qui assurent un accès aux crédits de campagne et aux intrants, comme cela existe pour l'arachide de bouche au Sénégal. La fumure minérale préconisée correspond à une amélioration minimale des systèmes de culture en place.

Une expérimentation multilocale en milieu paysan réalisée durant 3 années (1988 à 1990) dans la zone centre du Burkina Faso (Cattan) [2] a permis de déterminer l'effet de l'introduction de la fertilisation et de l'arachide sur des parcelles où la monoculture de céréale était la règle. Les résultats s'apprécient à deux niveaux :

- sur l'ampleur des réponses à l'engrais (Tabl. I) dont l'efficacité est conditionnée par l'importance de la croissance autorisée par le climat, et, au niveau des pratiques, par le degré d'entretien de la fertilité des sols. On constate en particulier que les groupes où les réponses sont les plus fortes (groupes G2, G4, G5 du

GROUNDNUT AND ASSOCIATED TECHNIQUES

Whereas most cropping sequences in West Africa are cereal-based and associated with sporadic fertilization, crop diversification is a necessity that is warranted both agriculturally (elimination of allopathic effects due to a succession of sorghum on sorghum; exploitation of the reserves in the entire soil profile; reduction of parasite constraints, etc.) and economically (market access). For groundnut, two aspects will be described, relative to the "legume" effect and the availability of new technical factors linked to the introduction of this crop.

□ Introduction of a groundnut crop

Different work comparing various types of rotations has revealed the beneficial effects of this legume. In Senegal, Nicou [10] identified its usefulness as a precedent to rainfed rice and maize. In Burkina Faso, Pichot [12] noted its (relative) superiority over sorghum as a prior crop.

More recently, Salez and Traore [15] quantified the legume effect in rotations with sorghum on a station in Mali, assessed it at 20 % for seed yields compared to sorghum as the previous crop.

In Togo, Marquette [9] reported that a prior groundnut crop in the South led to 34 % higher maize yields than those obtained after maize. In the central region, a groundnut crop prior to cotton led to a 29 % increase in cotton yields.

In 1990, introduction of unfertilized groundnut in the central northern zone of Burkina Faso on a smallholder plot with continuous sorghum cultivation led to a 50 % increase in the number of ears and a 40 % increase in straw for the sorghum in rotation as opposed to monoculture (IRHO-INERA) [6].

F. Ganry [5], quoting Jones [8] mentioned the beneficial effect of fallow: with the abandonment of fallow due to the effect of increasing demographic pressure, utilization of the production system's own resources has become necessary. It is then essential to use organic fertilizer and maximize the source of exogenous nitrogen provided by a legume in rotation with cereals. These practices, combined with the introduction of fallow wherever possible, led the author to emphasize the need for "more or less intensification", a policy subject to possibilities, which farmers and agronomists will have to modulate, to the best of their ability, in accordance with local agro-economic conditions.

□ Introduction of fertilization

This is generally linked to a favourable economic and institutional context, and to the effectiveness of structures ensuring access to campaign credit and inputs, as exists for edible groundnut in Senegal. The mineral fertilizer recommended corresponds to minimum improvement of the existing cropping systems.

A multi-site experiment conducted on smallholdings over a 3-year period (1988 to 1990) in the central zone of Burkina Faso (Cattan) [2] was used to determine the effect of introducing fertilization and groundnut in plots where cereal monocultures were the usual practice. The results can be judged at two levels:

- the degree of response to the fertilizer (Table I), whose effectiveness depends on the amount of growth permitted by the climate and, as regards cropping practices, on the degree of soil fertility conservation. In particular, it was seen that the groups with the strongest responses (groups G2, G4, G5 in table I) corresponded

TABLEAU I. — Groupes de rendements en arachide et effet de la fertilisation — (Grouped groundnut yields and effect of fertilization)

	G1 88 7 champs (G1 88 7 trials)	G2 88 2 champs (G2 88 2 trials)	G3 89 6 champs (G3 89 6 trials)	G4 89 2 champs (G4 89 2 trials)	G5 89 2 champs (G5 89 2 trials)
Témoin (Control)	740	790	730	940	810
TSP	1110 + 370 (50%)	1450 + 660 (84%)	920 + 190 (26%)	1310 + 370 (39%)	1410 + 600 (74%)

TSP = 20 unités/ha de supertriple dans une formule 10N - 20P - 6S — (20 units/ha of triple superphosphate, formula: 10N - 20P-6S)

1re colonne : rendements gousses en kg/ha — (1st column: pod yields in kg/ha)

2e colonne : augmentations par rapport au témoin en absolu et relatif () — (2nd column: increases compared to the control, in absolute and relative () terms)

TABLEAU II. — Arrière-effets sur sorgho et arachide — (After-effects on sorghum and groundnut)

	Sorgho grains (Sorghum seeds) kg/ha	Arachide gousses (Groundnut pods) kg/ha
Témoin (Control)	340	720
TSP	410 + 70 (21%)	835 + 115 (16%)

1re colonne : rendements en kg/ha — (1st column: yields in kg/ha)

2e colonne : augmentations par rapport au témoin en absolu et relatif () — (2nd column: increases compared to the control, in absolute and relative () terms)

tableau I) correspondent à des champs sur défriche récente ou à des fortes fréquences de restitutions organo-minérales ;

- sur l'amélioration des rendements constatés sur l'arachide et la céréale en rotation. Le tableau II montre les arrière-effets d'une application d'engrais sur arachide ou céréale respectivement sur le sorgho ou la légumineuse en rotation. Bien que faibles ils n'en contribuent pas moins à rentabiliser la fumure sur deux années consécutives.

□ Conclusion

On a vu l'intérêt de l'introduction d'une culture d'arachide dans les successions culturales pratiquées. L'étude de la fertilisation annuelle de ces systèmes permet de souligner l'importance du facteur entretien de la fertilité sur l'ampleur de la réponse aux engrais ainsi que les faibles arrière-effets de fumures à base d'engrais minéral seul. Ce dernier point pose le problème de la durabilité de tels systèmes et de leur capacité à assurer durablement des rendements satisfaisants. On verra ci-après comment divers résultats expérimentaux permettent d'évaluer l'évolution de la fertilité dans des systèmes de culture incluant l'arachide.

EVALUATION DE DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE INCLUANT L'ARACHIDE

La pratique de la culture continue sans restitutions en milieu paysan a conduit à étudier différents systèmes de culture avec 2 objectifs principaux : l'amélioration de la production par rapport au système paysan alors pratiqué qu'on pourrait qualifier de témoin minimum, et le maintien de la productivité des terres sur le long terme, le témoin étant représenté alors par la production lors de la mise en culture, généralement après jachère de longue durée.

Le choix des protocoles expérimentaux a d'abord privilégié le premier objectif et a conduit à tester des systèmes peu intensifs, de faible coût de production, susceptibles d'être acceptés à court terme par le cultivateur. Le choix de ces systèmes tenait également compte des faibles exigences de la culture arachidière du point de vue fertilité. Ils se caractérisaient par :

- l'importance accordée à la sole de régénération, se traduisant par des périodes de jachères de plus ou moins longues durées ;

to fields on recently cleared land or with a high return of organo-mineral matter to the soil ;

- the yield improvements seen with groundnut and cereals in rotation. Table II shows the after-effects of a fertilizer application on groundnut or a cereal respectively on the sorghum or legume in the rotation. Although low, they still contribute towards ensuring fertilizer cost-effectiveness for two years running.

□ Conclusion

It has been seen that introducing groundnut cultivation in the usual cropping sequences is beneficial. A study of annual fertilization in these systems underlines the importance of the soil fertility conservation factor on the degree of response to fertilizer and the low after effects of fertilization based on mineral fertilizers alone. This latter point poses the problem of the sustainability of such systems and their ability to ensure sustainable satisfactory yields. It will be seen below how different experimental results enable an assessment of fertility in cropping systems involving groundnut.

ASSESSMENT OF DIFFERENT FARMING SYSTEMS INVOLVING GROUNDNUT

The practice of continuous cropping on smallholdings, with no organo-mineral restitution, led to a study of different cropping systems, with two objectives: improving yields compared to the existing smallholder practices, which could be termed the minimum control, and long-term soil fertility conservation, with the control in this case represented by production at the time cropping begins, generally after a long period of fallow.

First of all, the choice of experimental protocols concentrated on the first objective and led to the testing of not very intensive systems, with low production costs, likely to be accepted in the short term by growers. The choice of systems also took into account the low demands of groundnut cultivation in terms of fertility. They were characterized by:

- the importance accorded to the regeneration field, reflected in fallow periods of varying lengths ;

TABLEAU III. — Rendements gousses en kg/ha et nombre d'années de mise en culture (préparation des terrains manuelle) —
(*Pod yields in kg/ha and number of years' cropping — manual land preparation*)

	Mise en culture (Cropping)		Effet engrais (Fertilizer effect)	
	Après jachère (After fallow)	2 années de culture (2 years' cropping)	Sans engrais (Without fertilizer)	Avec engrais (With fertilizer) ⁽¹⁾
1990	1090	900	960	1030
1991	1990	1720	1710	2000
Moyenne (Mean)	1540	1310	1335	1515

⁽¹⁾ en 1990 : 100kg d'engrais NPS (formule 10N - 20P - 6S), P sous forme de burkinaphosphate amélioré (Procédé TIMAC) —
(in 1990: 100kg of NPS fertilizer — formula 10N - 20P - 6S — P in improved burkinaphosphate form — TIMAC process)
en 1991 : 150kg d'engrais NPK (30 unités de P sous forme soluble) — (in: 1991, 150 kg of NPK fertilizer — 30 units of P in soluble form)

- de faibles apports d'engrais minéraux complétés parfois par des apports de matière organique en faible quantité ;
- l'emploi de semences sélectionnées.

Pour la suite, l'étude de systèmes arachidières plus intensifs a permis d'observer l'évolution de la production et des contraintes qui lui sont liées.

L'analyse de l'évolution des rendements à long terme implique que l'on arrive à dissocier les différents facteurs intervenant dans l'élaboration du rendement (pluviométrie, type de sol, techniques culturales, fertilité ...). Les dispositifs mis en place ne permettent généralement pas de déterminer les effets propres de chaque facteur. La prise en compte de résultats sur une longue période permet cependant de dégager des tendances.

□ Evolution des rendements en culture continue non intensifiée

Ces modes de culture correspondent aux pratiques paysannes en zones à forte pression démographique et constituent le témoin de référence par rapport auquel se mesure l'augmentation de production apportée par la modification des systèmes de culture.

Les expérimentations mises en place incluent généralement ces témoins, ainsi que leur complément où interviennent des apports de fumure minérale qui correspondent à une modification minimale des techniques culturales.

La baisse de fertilité sur une courte période a pu être quantifiée pour un essai implanté en 1988 sur la station de Saria au Burkina Faso [6]. L'essai est implanté après une jachère de 6 ans. Le plan est un factoriel split-plot et comprend pour une rotation arachide-sorgho :

- six traitements principaux combinant trois modes de préparation du sol (manuelle, labour, labour + compost) associés ou non avec l'engrais minéral ;
- quatre traitements secondaires correspondant à 4 années successives de mise en culture de la jachère.

En 1990 et 1991 on a pu comparer une culture d'arachide après jachère et une culture d'arachide après deux années de culture (un cycle arachide-sorgho). Les résultats sont reportés tableau III.

On constate que la baisse de rendement est importante après deux années de mise en culture (230 kg/ha en moyenne). On notera par comparaison que l'effet moyen de la fertilisation est de 170 kg/ha.

L'évolution des rendements peut être appréciée à partir des résultats obtenus sur des essais factoriels, en rotation arachide mil ou sorgho, étudiant l'action directe de chacun des éléments N, P, K, Ca, Mg et de leurs effets résiduels au cours des deux années suivant leur application. Ces expérimentations ont été réalisées au Sénégal [7] sur 3 stations situées dans des zones climatiques sub sahéliennes : Tivaouane

- low mineral fertilizer applications sometimes completed by applications of organic matter in small quantities ;
- the use of selected seeds.

Thereafter, a study of more intensive groundnut systems revealed the changes in production and the associated constraints.

In order to analyze long-term changes in yields, it is necessary to dissociate the different factors involved in yield elaboration (rainfall, soil type, cropping techniques, fertility, etc.). The designs set up do not usually make it possible to determine the specific effects of each factor. However, taking into account results over a long period reveals trends.

□ Yield changes in a continuous, non-intensified crop

These cropping methods correspond to smallholder practices in zones with high demographic pressure and represent the reference control compared to which production increases brought about by the change in cropping system are measured.

The experiments set up usually include these controls, along with their counterpart with mineral fertilizer applications corresponding to a minimum modification to cropping techniques.

A drop in fertility over a short period was quantified for a trial planted in 1988 at the Saria station in Burkina Faso [6]. The trial was set up after 6 years of fallow. It is planted in a split-plot factorial design and includes, for a groundnut-sorghum rotation:

- six main treatments combining three soil preparation methods (manual, tilling, tilling + compost), with or without mineral fertilizer ;
- four secondary treatments corresponding to 4 years in succession of resumed cultivation of fallow.

In 1990 and 1991, it was possible to compare a groundnut crop after fallow and a groundnut crop after two years of crops (a groundnut-sorghum cycle). The results are shown in table III.

It was seen that the drop in yields was substantial after two years of crops (230 kg/ha on average). In comparison, it was seen that the mean effect of fertilization was 170 kg/ha.

The changes in yields can be assessed from the results obtained in factorial trials, in groundnut-millet or sorghum rotation, studying the direct action of each of the nutrients N, P, K, Ca and Mg and their residual effects in the two years following application. These experiments were carried out in Senegal (7) at 3 stations located in sub-Saharan climatic zones: Tivaouane (590 mm), Louga (420 mm), to Sudanese - Darou (800 mm) (14) (3).

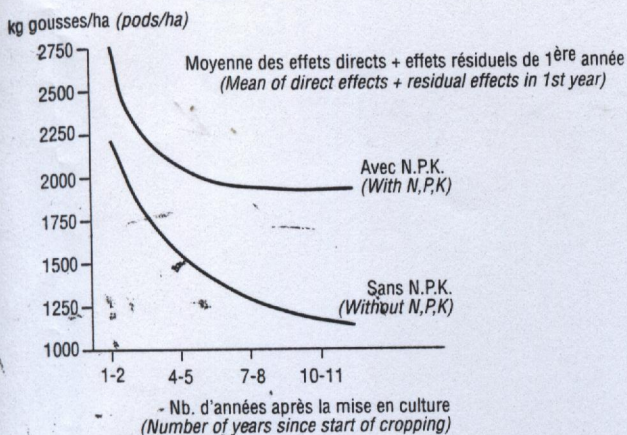


FIG. 1. — Evolution des rendements annuels en kg de gousses à l'ha — (Changes in annual yields in kg of pods per ha)

(590 mm), Louga (420 mm), à soudanienne Darou (800 mm) [14] [3].

Dans tous les sites, les rendements en arachide décroissent rapidement. Dans les zones à faible pluviométrie, la faiblesse des rendements obtenus en 4e ou 5e année amène l'arrêt de la culture continue.

Sur le site le plus favorable (Darou, fig.1), la fumure conserve encore son efficacité au bout de 10 ans pour l'arachide et les rendements se maintiennent à un niveau honorable. L'effet de la fumure phosphatée prédomine ainsi qu'à un moindre niveau celui des engrais azotés et potassiques. L'effet de Ca et Mg n'apparaît pas après 10 années de culture.

Sur sorgho (Fig. 2) la chute est importante, les rendements étant divisés par 4 en 10 ans.

Quelques caractéristiques des sols permettent de juger de leur évolution après 4 années de culture continue. La comparaison de rotations non fumées à un témoin resté en jachère amène les résultats suivants [14] :

- baisse de Ph d'environ 0,5 points en 4 ans (6,6 à 6,1) ;
- chute du niveau de potasse échangeable de 35 ppm (70 ppm à 36 ppm) ;
- chute du niveau de phosphore total d'environ 15 ppm (78 à 63 ppm).

En conclusion, on aboutit à l'impossibilité de maintenir la production de départ avec un système de culture continue n'incluant que de faibles restitutions minérales alors que le déséquilibre entre production arachidière et céréalière s'accroît au cours du temps. Deux possibilités s'offrent alors pour tenter de conserver le potentiel de production : soit l'évolution vers un système extensif avec recours à la jachère, soit l'intensification et le recours aux amendements organiques.

□ Jachère et évolution des rendements

Ces études sont parties d'un constat : la mise en défense d'une parcelle inculte sur laquelle aucune végétation n'avait pu se maintenir, permettait après une jachère de 3 ans une augmentation de la production arachidière. Les rendements obtenus étaient les suivants [4] :

- sur sol épuisé tel quel 355 kg/ha ;
- après 2 ans de jachère 440 kg/ha ;
- après 3 ans de jachère 610 kg/ha ;
- après 6 ans de jachère 640 kg/ha ;

Cette régénération était cependant de courte durée puisque la mise en place d'une rotation arachide-mil ramenait les rendements de l'arachide de 3e année à 450 kg de gousses/ha.

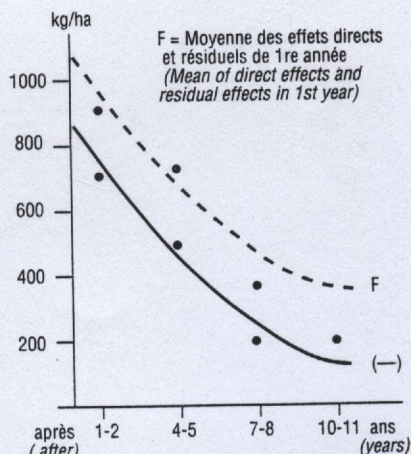


FIG. 2. — Baisse des rendements en sorgho. Culture arachide - sorgho continue — (Drop in sorghum yields. Continuous groundnut sorghum cropping)

At all the sites, groundnut yields fell rapidly. In the low-rainfall zones, given the low level of the yields obtained in the 4th and 5th year, continuous cropping was halted.

At the most favourable site (Darou, fig. 1), the fertilizer was still effective after 10 years for groundnut, and yields remained at a respectable level. The effect of phosphate fertilizer was dominant, along with that of the nitrogen and potassium fertilizers, though to a lesser degree. The Ca and Mg effects disappeared after 10 years' cropping.

The drop in yields was substantial for sorghum (Fig. 2), with yields divided by 4 in 10 years.

A few soil characteristics provide an indication of their evolution after 4 years' continuous cropping. A comparison between unfertilized rotations and a fallow control gave the following results [14]:

- drop in pH of around 0.5 points in 4 years (6.6 to 6.1);
- drop of 35 ppm in the level of exchangeable potash (70 ppm to 36 ppm) ;
- drop of around 15 ppm in the level of total phosphorus (78 to 63 ppm).

To conclude, it is impossible to maintain initial yields with a continuous cropping system only involving limited restitution of mineral matter to the soil, whereas the imbalance between groundnut and cereal yields worsens with time. There are two possibilities for attempting to conserve production potential: either move towards an extensive system, involving fallow, or intensify and apply organic ameliorators.

□ Fallow and changes in yields

These studies were based on an observation: planting a plot of uncultivated land where no vegetation had been able to establish itself, led to improved groundnut yields after 3 years' fallow. The following yields were obtained [4]:

- on exhausted soil as it was 355 kg/ha ;
- after 2 years' fallow 440 kg/ha ;
- after 3 years' fallow 610 kg/ha ;
- after 6 years' fallow 640 kg/ha.

However, such regeneration was short-lived, as introduction of a groundnut-millet rotation caused groundnut yields to drop to 450 kg of pods/ha in the 3rd year.

Enfin l'amélioration de cette sole par un fort apport de matière organique (25 t/ha) permettait une production de 1555 kg de gousses/ha en première année avec une chute spectaculaire ramenant les rendements à 540 kg de gousses/ha au bout de 3 ans.

Si la reconstitution partielle de la fertilité d'un sol est donc possible à moindre coût par l'introduction de la jachère, qu'en est-il du maintien de la fertilité à long terme ?

Les essais réalisés à Darou (Sénégal) sur des rotations arachide-sorgho-arachide suivies de 2, 3, ou 6 années de jachère s'inscrivent dans cette optique. [7]

Tous montrent une diminution des rendements au cours du temps (Fig. 3 et 4) et surtout une chute des deux tiers de l'efficacité des engrais pour une rotation incluant 2 années de jachère [13] alors que les rendements des cultures sans engrais ne baissent que faiblement en 14 ans. L'effet de la jachère s'apprécie essentiellement sur la nutrition potassique de la culture d'arachide [4], qui s'en trouve améliorée, et limite ainsi les chutes de production observées en culture continue. La figure 3 en donne un aperçu par comparaison des rendements d'arachide de première et de troisième année (A1 et A3) dans une rotation arachide-mil-arachide-jachère-jachère avec ou sans fumure (F ou (-)). Enfin, la figure 4 montre que le traitement de la jachère semble avoir un effet à long terme avec un effet positif du brûlis avant culture. Si l'introduction d'une sole de repos ne permet pas de maintenir le niveau initial de fertilité des sols, elle n'en fait pas moins partie des facteurs contribuant à la stabilisation des rendements de l'arachide. La composition de la jachère et la biomasse produite semblent à cet égard jouer un rôle très important, mais il n'a pas été possible de les améliorer sensiblement dans les expériences qui ont été tentées dans le bassin arachidier sénégalais, alors que des résultats très intéressants ont été obtenus en zone de savanes humides : un pois d'angole d'un an fournit autant de matière verte qu'une jachère spontanée de 4 ans dans la vallée du Niari, où l'association chaulage × engrais vert enfoui rend à un sol épuisé un niveau de fertilité convenable (IRHO, 1966).

Les expériences conduites au Sénégal en stations ont été confirmées en vraie grandeur, sur un réseau de champs paysans de cinq hectares où était appliquée une rotation arachide-mil ou sorgho-arachide-jachère-jachère. L'effet de la fumure minérale était évalué avec précision, les parcelles en culture étant subdivisées. Vingt-huit essais ont été implantés sur la période 1955-1973 ; les résultats portent sur 835 ha en culture au cours de 18 campagnes. Alors que la moyenne se situe à un niveau très honorable (1.715 kg gousses/ha avec engrais, 1.265 kg gousses/ha sans engrais), la baisse des rendements et surtout de la réponse aux engrais s'accroît au cours du temps (Fig. 5). Les résultats en céréales, non rapportés ici, connaissent une dépression plus accentuée.

L'étude d'une rotation arachide-mil suivie de deux années de jachère, conduite au Burkina Faso sur la station de Niangoloko (zone sud-soudanaïenne ; précipitations moyennes = 1200 mm) donne des résultats légèrement différents. L'essai situé dans une zone à forte pluviométrie et avec apport de fumier sur arachide, permet en 2 ans la constitution d'une jachère dense, et montre pour l'arachide une bonne stabilité des rendements (figure 6) qui restent d'un niveau élevé (2 tonnes/ha). Les rendements du mil, non fumé, baissent au cours des 10 premières années pour se stabiliser aux environs de 500 kg/ha.

Les différences de qualité de jachère ainsi que l'intervention de la fumure organique peuvent expliquer les différences d'évolution de la production arachidière entre les zones d'implantation. Cependant, même dans le cas plus favorable du Burkina Faso et si l'arachide a de bonnes performances dans le système étudié, ce dernier reste impropre à conserver une production céréalière élevée.

Finally, improvement of the land in question through a large application of organic matter (25 t/ha) led to yields of 1,555 kg of pods/ha in the first year, falling back spectacularly to 540 kg of pods/ha after 3 years.

Hence, although partial reconstitution of soil fertility is possible more cheaply by introducing fallow, what about long-term fertility?

The trials conducted at Darou (Senegal) on groundnut-sorghum-groundnut rotations followed by 2, 3 or 6 years of fallow fit in with this outlook [7].

All indicate a drop in yields with time (Fig. 3 and 4) and especially a 2/3 drop in fertilizer effectiveness for a rotation including 2 years of fallow [13], whereas the yields of unfertilized crops only drop slightly in 14 years. The effect of fallow is seen primarily on potassium nutrition in the groundnut crop [4], which is improved, thereby limiting the drop in production seen with continuous cropping. Figure 3 provides a glimpse of this by comparing groundnut yields in the first and third years (A1 and A3) in a groundnut-millet-groundnut-fallow-fallow rotation, with or without fertilizer (F or (-)). Finally, figure 4 shows that the fallow treatment seems to have a long-term effect with a positive effect of burning prior to planting. Whilst introducing fallow does not result in conservation of initial soil fertility, it is still one of the factors that help to stabilize groundnut yields. The composition of the fallow and the biomass produced seem to play a very important role in this respect, but it has not been possible to improve them substantially in experiments attempted in the Senegalese groundnut basin, though very interesting results have been obtained in the humid savannah zones: a one-year-old pigeon pea gave as much green matter as 4-year-old wild fallow in the Niari valley, where a combination of liming × digging in green manure gives back a reasonable level of fertility to an exhausted soil (IRHO, 1966).

Experiments conducted at stations in Senegal have been confirmed on a true scale, in a network of 5-ha smallholdings with a groundnut-millet or sorghum-groundnut-fallow-fallow rotation. The effect of mineral fertilization was accurately assessed, as the plots were subdivided. Twenty-eight trials were set up from 1955 to 1973; the results involve 835 ha cultivated over 18 seasons. Whereas the mean is at a respectable level (1,715 kg of pods/ha with fertilizer, 1,265 kg of pods/ha without fertilizer), the drop in yields and especially in the response to fertilizers worsens with time (Fig. 5). The results for cereals, not reported on here, revealed a more marked drop.

The study of a groundnut-millet rotation followed by two years of fallow, conducted at the Niangoloko station in Burkina Faso (South-Sudanese zone; average rainfall = 1,200 mm) gave slightly different results. The trial, located in a zone of high rainfall, with manure applications on groundnut, led to the forming of dense fallow in 2 years, and revealed good yield stability for groundnut (Fig. 6), with yields remaining at a high level (2 tonnes/ha). Unfertilized millet yields fell during the first 10 years and then stabilized at around 500 kg/ha.

The differences in fallow quality and the effect of organic manuring may explain the differences in groundnut production trends between the different planting zones. However, even at the most favourable site in Burkina Faso, and although groundnut performed well in the system studied, it is not suitable for maintaining high cereal production.

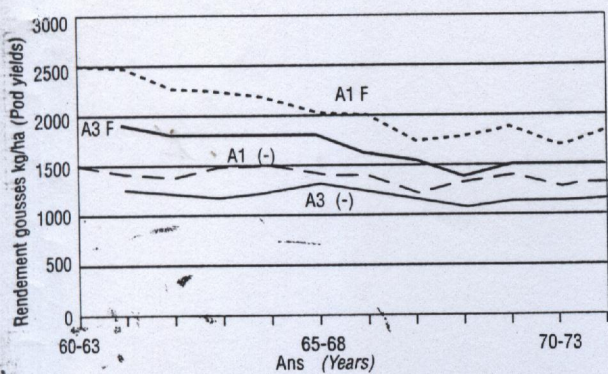


FIG. 3. — Evolution du rendement d'une culture d'arachide dans une rotation avec le mil ou le sorgho suivie de 2 années de jachère brûlée avant la mise en culture. Darou, Sénégal. Source : rapports annuels IRHO Sénégal, 1956 à 1974 - Moyennes mobiles sur 4 ans— (Changes in the yields of a groundnut crop in a rotation with millet or sorghum followed by 2 years of fallow burnt prior to cropping. Darou, Senegal. Source: IRHO Senegal annual reports, 1956 to 1974 - Moving averages over 4 years)

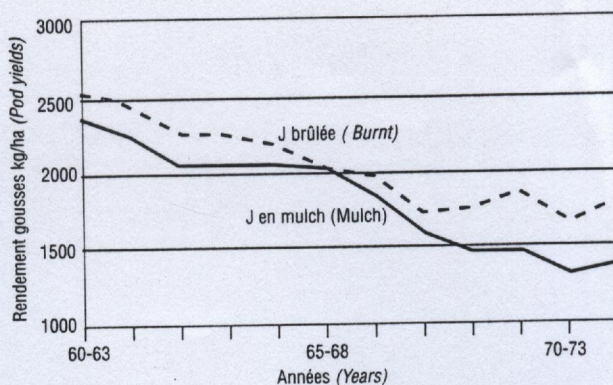


FIG. 4. — Evolution du rendement d'une culture d'arachide dans une rotation avec le mil ou le sorgho suivie de 2 années de jachère brûlée avant culture ou coupée et laissée en mulch. Darou, Sénégal. Source : rapports annuels IRHO Sénégal, 1956 à 1974 - Moyennes mobiles sur 4 ans— (Changes in the yields of a groundnut crop in a rotation with millet or sorghum followed by 2 years of fallow burnt prior to cropping or cut and left as mulch. Darou, Senegal. Source: IRHO Senegal annual reports, 1956 to 1974 - Moving averages over 4 years)

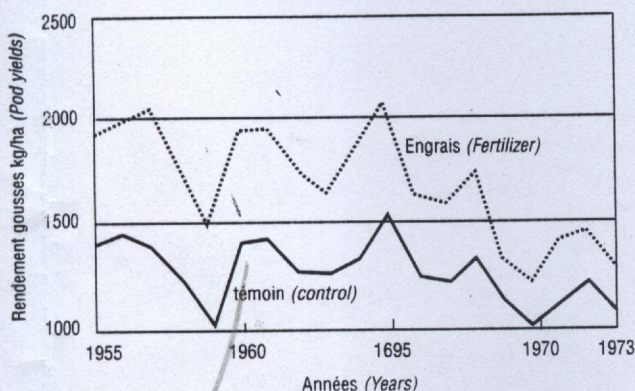


FIG. 5. — Essais de confirmation réalisés dans le sud Sénégal. Rendements comparés des parcelles avec et sans engrais — (Confirmation trials conducted in southern Senegal. Comparison of yields in fertilized and unfertilized plots)

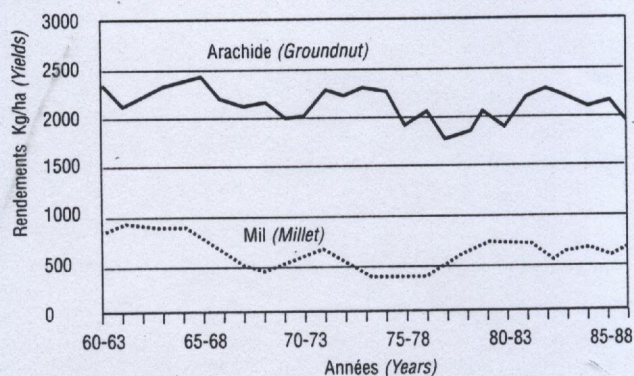


FIG. 6. — Evolution des rendements du mil et d'une arachide dans une rotation incluant 2 années de jachère, avec un apport de 2,5 t/ha de fumier sur arachide. Niangoloko, Burkina Faso. Source : rapports annuels IRHO-INERA, Burkina Faso : 1960 à 1989 - Moyennes mobiles sur 4 ans — (Changes in millet and groundnut yields in a rotation including 2 years of fallow, with an application of 2.5 t of manure per hectare on groundnut. Niangoloko, Burkina Faso. Source: IRHO-INERA Burkina Faso annual reports, 1960-1989 - Moving average over 4 years)

□ Culture continue et fumure organique

L'effet de la fumure organique sur arachide a été étudié dans diverses expérimentations de plus ou moins longue durée mises en place au Sénégal et au Burkina Faso.

L'essai de Niangoloko au Burkina Faso conduit depuis 1960 peut servir d'exemple quant à l'observation du comportement d'une arachide cultivée selon des degrés croissants d'intensification. L'évolution de la fertilité s'apprécie alors suivant plusieurs aspects (Fig.7, 8, 9,10).

L'essai compare différents systèmes de cultures incluant arachide, céréales, jachère et apports de matière organique à des degrés différents. Succinctement on a :

- un système intensif en arachide continue avec fumier tous les ans (rotation W) ;
- un système intensif arachide-céréale avec fumier tous les ans (rotation S arachide-maïs) ;
- un système intermédiaire arachide-maïs-mil avec fumier 2 années sur 3 (rotation V) ;
- un système semi-intensif arachide-céréale avec fumier tous les 2 ans (rotation T) ;
- un système extensif arachide, mil et deux années de jachère et apport de fumier 1 an sur 4 (rotation R).

(le fumier est constitué de poudrette de parc apporté à la dose de 2,5 tonnes/ha)

□ Continuous cropping and organic manuring

The effect of organic manuring on groundnut was studied in different experiments lasting various lengths of time and set up in Senegal and Burkina Faso.

The Niangoloko trial in Burkina Faso, which has been conducted since 1960, can serve as an example for the observation of groundnut grown at increasing degrees of intensification. The changes in fertility can be seen from several aspects (Fig.7, 8, 9, 10).

The trial compares different cropping systems including groundnut, cereals, fallow and organic matter applications to different degrees. Briefly, there is:

- an intensive, continuous groundnut system with manuring each year (rotation W) ;
- an intensive groundnut-cereal system with manuring each year (rotation S, groundnut-maize) ;
- an intermediate groundnut-maize-millet system with manuring 2 years out of 3 (rotation V) ;
- a semi-intensive groundnut-cereal system with manuring every 2 years (rotation T) ;
- an extensive system with groundnut, millet, two years' fallow and manuring 1 year in 4 (rotation R).

(the manure consists of dried, powdered dung at a rate of 2.5 tonnes/ha).

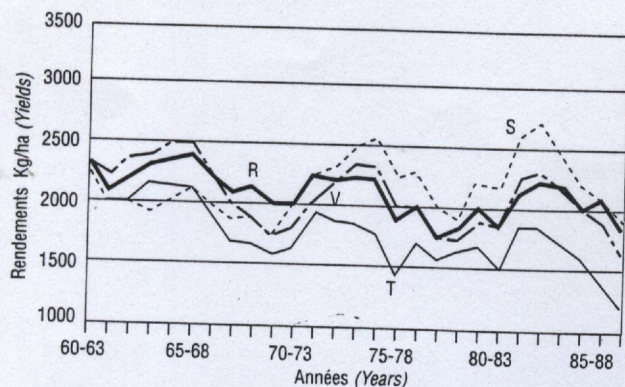


FIG. 7. — Evolution du rendement d'une culture d'arachide en rotation avec le mil ou le maïs à différents niveaux d'intensification. Niangoloko, Burkina Faso. Source : rapports annuels IRHO-INERA, Burkina Faso : 1960 à 1989 - Moyennes mobiles sur 4 ans — (Changes in the yields of a groundnut crop in rotation with millet or maize at different levels of intensification. Niangoloko, Burkina Faso. Source: IRHO-INERA Burkina Faso annual reports, 1960-1989 - Moving average over 4 years)

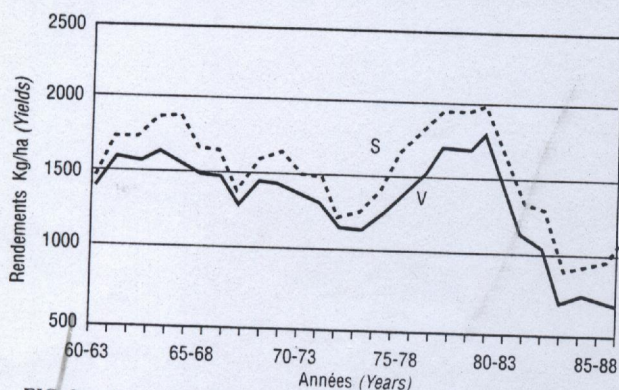


FIG. 9. — Evolution du rendement d'une culture de maïs en rotation avec l'arachide et apport de 2,5 t/ha de fumier tous les ans (S) ou 2 années sur 3 (V). Niangoloko, Burkina Faso. Source : rapports annuels IRHO-INERA, Burkina Faso : 1960 à 1989 - Moyennes mobiles sur 4 ans — (Changes in the yields of a maize crop in rotation with groundnut and with an application of 2.5 t of manure per hectare each year (S) or 2 out of 3 years (V). Niangoloko, Burkina Faso. Source: IRHO-INERA Burkina Faso annual reports, 1960-1989 - Moving average over 4 years)

• Les rendements

Pour l'arachide, la figure 7 montre l'évolution des rendements de la culture pour différentes fréquences d'apports de fumier (par ordre croissant, rotations T, V, S). On voit que le maintien de la production est assuré par un apport de 2,5 t de poudrette de parc 2 années sur 3 (rotation V), et qu'une amélioration sensible se fait sentir pour des apports annuels (rotation S). La comparaison avec une rotation de type extensif incluant la jachère (rotation R) montre le bon comportement de celle-ci par rapport aux systèmes d'intensification intermédiaire.

Pour le mil (Fig. 8), alors que cette culture n'est présente que dans les systèmes les moins intensifiés, on constate une chute des rendements dans la première phase de mise en culture et une stabilisation lors des 20 dernières années. De plus, si la jachère (rotation R) est sans effet sur les rendements du mil, il en est de même pour les rotations où la fumure organique intervient à des fréquences plus élevées (rotations T et V).

De même les rendements du maïs (Fig. 10), liés aux rotations les plus intensives, ne peuvent être maintenus quel que soit le degré d'intensification des systèmes de culture.

• Les analyses chimiques du sol

Pour des sols extrêmement pauvres chimiquement, constitués essentiellement de sables grossiers, la comparaison entre rotations (Tabl. IV) montre que seuls des apports de matière organique annuels (S, W) permettent de conserver une capa-

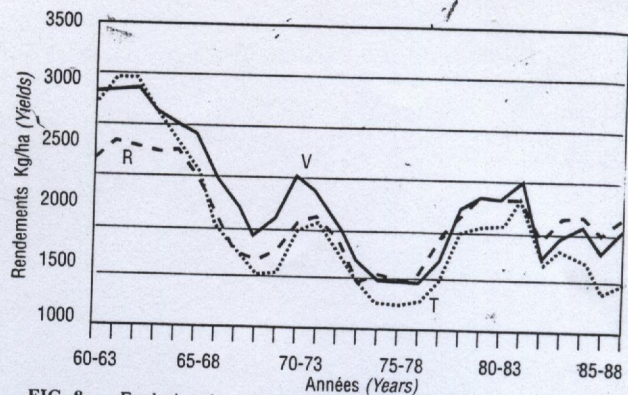


FIG. 8. — Evolution du rendement d'une culture de mil en rotation avec l'arachide à différents niveaux d'intensification. Niangoloko, Burkina Faso. Source : rapports annuels IRHO-INERA, Burkina Faso : 1960 à 1989 - Moyennes mobiles sur 4 ans — (Changes in the yields of a millet crop in rotation with groundnut at different levels of intensification. Niangoloko, Burkina Faso. Source: IRHO-INERA Burkina Faso annual reports, 1960-1989 - Moving average over 4 years)

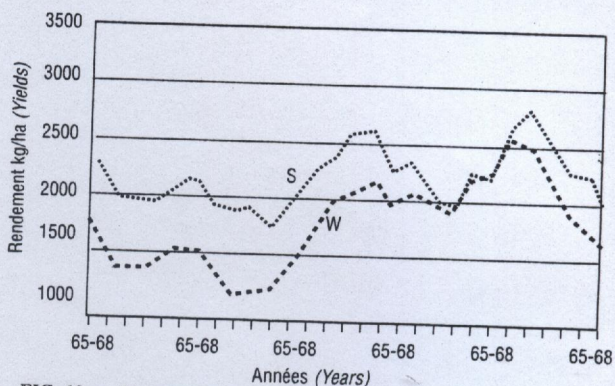


FIG. 10. — Evolution des rendements d'une monoculture d'arachide (W) et d'une arachide en rotation avec le maïs (S). Application de traitements nématicides en 73 et arrêt en 83. Niangoloko, Burkina Faso. Source : rapports annuels IRHO-INERA, Burkina Faso : 1960 à 1989 - Moyennes mobiles sur 4 ans — (Changes in the yields of a groundnut monoculture (W) and a groundnut crop in rotation with maize (S). Application of nematicide treatments in 73 and halted in 83. Niangoloko, Burkina Faso. Source: IRHO-INERA Burkina Faso annual reports, 1960-1989 - Moving average over 4 years)

• Yields

For groundnut, figure 7 shows yield trends in the crop for different manuring frequencies (in increasing order, rotations T, V, S). It can be seen that production is maintained with an application of 2.5 t of dried, powdered dung 2 years out of 3 (rotation V) and substantial improvements can be seen with annual applications (rotation S). A comparison with an extensive type rotation including fallow (rotation R) reveals the effectiveness of this rotation compared to the intermediate intensification systems.

For millet (Fig. 8), whilst this crop is only included in the least intensive systems, a drop in yields can be seen in the initial cropping phase, with stabilization over the last 20 years. Moreover, whilst fallow (rotation R) has no effect on millet yields, the same also applies for rotations where organic manuring is carried out more frequently (rotations T and V).

Likewise, maize yields (Fig. 10), linked to the most intensive rotations, cannot be maintained, whatever the degree of cropping system intensification.

• Chemical soil analyses

For chemically very poor soils, primarily consisting of coarse sands, a comparison between rotations (Table IV) shows that only annual organic manure applications (S, W) result in the maintenance of a substantial exchange capacity, and

TABLEAU IV. — Résultats moyens des analyses de sols de 1982 à 1986 sur l'essai rotations intensives de Niangoloko. — (Mean results of soil analyses from 1982 to 1986 in the Niangoloko intensive rotations trial)

	R	S	V	T	W
Matière organique (Organic matter)					
Matière organique % (Organic matter %)	0.62	0.55	0.43	0.45	0.40
Carbone % (Carbon %)	0.36	0.32	0.25	0.26	0.23
Azote total % (Total nitrogen %)	0.34	0.33	0.26	0.29	0.25
Rapport C/N (C/N ratio)	11	10	10	9	9
Phosphore (Phosphorus)					
Total ppm	225	241	148	189	211
Assimilable ppm (Olgen)	39.2	65.2	35.9	41.9	62.5
Complexe absorbant (Absorbing complex)					
Ca meq/100 g	0.50	0.34	0.24	0.25	0.33
Mg meq/100 g	0.11	0.07	0.07	0.04	0.07
K meq/100 g	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02
S. bases meq/100	0.66	0.48	0.34	0.32	0.43
CEC meq/100 g	0.83	0.81	0.73	0.74	0.79
Ph	5.6	5.3	4.9	5.0	5.2

ité d'échange importante ainsi qu'un maintien des teneurs en calcium [11]. Corrélativement le pH se situe au dessus de 5 alors qu'il descend d'un quart de point pour les autres rotations.

Les résultats d'analyse de la rotation incluant deux années de jachère (R) sont légèrement supérieurs aux rotations de type intensifs pour l'ensemble des paramètres sauf le phosphore. D'autre part le diagnostic foliaire de l'arachide montre une nutrition potassique améliorée sur cette rotation.

• l'état sanitaire de la culture

On constate que le parasitisme sur l'arachide augmente avec la fréquence de cette culture dans la rotation. En particulier la présence de nématodes rend nécessaire le traitement des sols. Les fortes augmentations de rendements observées sur arachide et maïs à partir des années 70 sur les rotations les plus intensives peuvent s'expliquer par l'application de ces traitements nématicides alors que les systèmes plus extensifs semblent réagir de façon moins marquée. L'observation de l'évolution des rendements sur une culture continue d'arachide fumée tous les ans (Fig.10) est à cet égard significative, la production rejoignant celle du système arachide-maïs fumé annuellement. L'arrêt des traitements nématicides en 1983 peut alors expliquer en partie les baisses de rendement observées ces dernières années.

Enfin des traitements contre la rouille sont pratiqués systématiquement, l'incidence de cette maladie étant importante dans la région et proportionnelle à la vigueur de la culture.

Le passage d'une culture extensive associant jachère et fumure organique à une culture intensive ne conduit pas dans le cas présent à des différences de production annuelle très importantes pour l'arachide, voire pour le mil [16]. Les systèmes d'intensification intermédiaires (fumure organique une année sur 2) ne permettent pas le maintien de la fertilité du sol et provoquent des baisses des rendements associées à une évolution négative des paramètres chimiques du sol (baisse de Ph, diminution du taux de matière organique). Les systèmes les plus intensifs restent les plus productifs, la baisse de fertilité se traduisant à leur niveau par une accentuation de la contrainte parasitaire.

CONCLUSION

L'étude de l'évolution des rendements de l'arachide en rotation avec une céréale fait apparaître sur le long terme l'impossibilité d'augmenter durablement la production avec le seul apport d'une fumure minérale, bien que les rendements

maintiennent de calcium [11]. Corrélativement, le pH est au-dessus de 5, alors qu'il baisse d'un quart de point pour les autres rotations.

Les résultats d'analyse de la rotation incluant deux années de jachère (R) sont légèrement meilleurs que ceux des rotations intensives pour tous les paramètres sauf le phosphore. En outre, l'analyse des feuilles d'arachide révèle une nutrition potassique améliorée sur cette rotation.

• Phytosanitary condition of the crop

It was seen that parasitism increased on groundnut the more it was used in the rotation, especially nematodes, which necessitated soil treatment. The high yield increases seen for groundnut and maize from the 1970s onwards in the more intensive rotations can be explained by the application of nematicide treatments, whereas the more extensive systems do not seem to react so strongly. The yield trends seen in a continuous groundnut crop manured every year (Fig. 10) are significant in this respect, with production approaching that of a groundnut-maize system manured annually. The halt in nematicide treatments in 1983 may therefore partly explain the drop in yields seen in recent years.

Finally, rust treatments are carried out systematically, as disease incidence is high in the region and proportional to crop vigour.

A changeover from an extensive cropping system involving fallow and organic manuring to an intensive cropping system does not lead to very different annual production figures for groundnut in the case considered, or even for millet [16]. The intermediate intensification systems (organic manuring every other year) do not guarantee soil fertility conservation and lead to falls in yields linked to a negative evolution of the soil's chemical parameters (fall in pH, drop in the rate of organic matter). The most intensive systems remain the most productive, with the drop in fertility at their level leading to an increase in parasitic constraints.

CONCLUSION

A study of groundnut yield trends in rotation with a cereal revealed in the long term that a sustainable production increase is impossible with mineral fertilization alone, although groundnut yields (after an initial drop) can be maintained at a reasonable level, even though no corrective

arachidières (après une chute initiale) puissent se maintenir à un niveau raisonnable et alors qu'aucune fumure de correction n'a été testée sur ces essais (chaulage en particulier). Sur la base des systèmes de culture étudiés, la stabilisation des rendements n'apparaît possible qu'avec des apports conséquents de matière organique, mais l'accentuation de la pression parasitaire peut rendre nécessaire le traitement des sols à mesure que les successions culturales s'allongent.

Le maintien de la fertilité au sens d'aptitude culturale [1], c'est-à-dire associant les notions de potentialité, de coût et de risque (souplesse d'utilisation du milieu et sécurité dans l'obtention des rendements), n'apparaît pas évident quel que soit le système étudié. On peut considérer que l'expérimentation des systèmes extensifs répondait à la nécessité de minimiser les risques et d'exploiter, au mieux, l'aptitude de l'arachide à produire dans des conditions difficiles, alors que l'étude des systèmes intensifiés place en première priorité le maintien de la fertilité : l'augmentation des charges et les contraintes d'exploitation apparaissent alors comme des facteurs limitants dont le coût (qui reste à déterminer) serait à répartir entre l'agriculteur et la collectivité.

fertilization was tested on these trials (particularly liming). On the basis of the cropping systems studied, yield stabilization only appears possible with substantial applications of organic matter, but the increase in parasite pressure may make soil treatment necessary, as the cropping sequences are extended.

Maintaining soil fertility in terms of cropping ability [1], i.e. combining notions of potential, cost and risks (soil use flexibility and yield guarantees), appears not to be easy, whatever the system studied. It can be considered that experimenting with extensive systems responded to the need to minimize risks and make the best possible use of groundnut's ability to produce yields under difficult conditions, whereas the study of intensified systems concentrated on maintaining soil fertility: the increase in charges and farming constraints therefore seem to be limiting factors, the cost of which (yet to be determined) would be split between the farmer and the community.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOIFFIN J., SEBILLOTE M., (1982). —Fertilité, potentialité, aptitudes culturales. Signification actuelle pour l'agronomie - *In* Fertilité du Milieu et Agriculture, n° spécial Bull. Tech. Inf., n° 370-372, 345-353.
- [2] CATTAN P., (1992). —Efficacité de la fertilisation phosphatée de l'arachide et du sorgho au Burkina Faso et utilisation des phosphates locaux - *Oléagineux*, 47, (4), 171-179.
- [3] DELBOSC G., (1968). —Etude sur la régénération de la fertilité du sol dans la zone arachidière du Sénégal - *Oléagineux*, 23, (1), 27-33.
- [4] GILLIER P., (1960). —La reconstitution et le maintien de la fertilité des sols du Sénégal et le problème des jachères - *Oléagineux*, 15, (8-9), 637-643.
- [5] GANRY F., (1990). —Application de la méthode isotopique à l'étude des bilans azotés en zone tropicale sèche -Thèse, p. 20/22/342.
- [6] IRHO-INERA, (1991). —Fichiers d'expérience Burkina Faso.
- [7] IRHO-Sénégal, fichiers d'expériences 1955-1973.
- [8] JONES M.J., (1971). —The maintenance of soil organic matter under continuous cultivation at Samaru, Nigeria. *J. Agric. Camb.*, 77, 473-482.
- [9] MARQUETTE J., (1986). —Evaluation de l'arachide comme précédent cultural au Togo. *L'agronomie Tropicale*, 41, 3-4, 231-241.
- [10] NICOU R., (1978). —Etude de successions culturales au Sénégal. Résultats et méthodes - *L'Agronomie Tropicale*, XXXIII (1), 51-61.
- [11] PICASSO C., (1987). —Evolution des rendements et de ses composantes pour l'arachide et quelques cultures en rotation dans le sud du Burkina Faso - *Oléagineux*, 42, (12), 469-474.
- [12] PICHOT J., SEDOGO M.P., POULAIN J.F., ARRIVETS J., (1981). —Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. - *L'Agronomie Tropicale*, XXXVI (2), 122-133.
- [13] PIERI C., (1989). —Fertilité des terres de savanne - Ministère de la Coopération et du Développement
- [14] PREVOT P., OLLAGNIER M., (1959). —Epuisement du sol et effet des fumures dans un assolement arachide-mil - *Oléagineux*, 14, (7), 423-431.
- [15] SALEZ P., TRAORE, K., (1991). —Premiers résultats obtenus sur des rotations de sorgho et légumineuse en culture pure ou associée de cotonnier. - Communication à l'atelier du Réseau Ouest et Centre Africain de recherche sur le sorgho, Niamey, 7-14 mars 1991, 10 p.
- [16] SCHILLING R., MISARI S.M., (1991). —Assessment of groundnut research achievements in the savannah regions in West Africa. Communication au séminaire "arachide" de l'ICRISAT, Hyderabad, Inde.

RESUMEN

Evaluación experimental de diversos sistemas de cultivo que incluyen el maní en el África occidental

P. CATTAN, R. SCHILLING, *Oléagineux*, 1992, 47, n°1, p. 635-644

En la base de experimentaciones realizadas a largo plazo, se evalúan varios sistemas de cultivo que incluyen el maní en varios niveles de intensificación. Se evidencia la insuficiencia de los abonos minerales solos. La introducción de períodos de barbecho de duración variable no siempre impide que la productividad baje en las parcelas, pero parece que se debe atribuirlo a la calidad de los barbechos en la zona del Sudán y Sahel. La aportación de materia orgánica permite mantener un buen nivel de producción, pero la limitación debida a la presencia de parásitos se agrava cuando las rotaciones aumentan y los barbechos dejan de practicarse. Se demuestra el efecto benéfico de la introducción del maní en las sucesiones de cultivos con predominio de cereales.

Palabras claves. — Maní, rotaciones, abono orgánico, abono mineral, barbecho, fertilidad, carácter duradero.

Evaluation of bulk and single capsule descent breeding procedures in sesame (*Sesamum indicum* L.)

T. SRINIVAS⁽¹⁾, G. RAGHUNATHAM⁽²⁾, A.R.G. RANGANATHA⁽³⁾

Abstract.—Bulk and single capsule descent (SCD) breeding procedures were evaluated for their relative efficiency in six crosses of sesame, for seed yield and yield component characters. Bulk method of breeding exhibited marginal superiority over SCD procedure, for yield and some yield attributes, when method means across the crosses were compared. However, when the procedures were evaluated for retention of few best lines, bulk method exhibited clear superiority over SCD procedure in four crosses viz., RCR-2 × AT-2, RCR-4 × AT-6, PDP1-2 × JLT-8 and (GS-12 × TC-25) × AT-1. However, SCD procedure appeared to be better in crosses PDP1-2 × JLT-9 and PDP1-2 × JLT-2, crosses of low parental diversity. In general, bulk method of breeding was found to be superior for sesame breeding. However, for retention of greater variability and for crosses of low parental diversity, SCD breeding procedure may be preferred.

Key words.—Bulk, single capsule descent, sesame.

INTRODUCTION

Improvement of genetic architecture and selection of superior genotypes forms the primary objective of any crop improvement programme. The efficiency of selection depends upon the choice of right type of material, with desired level of variability and the appropriate breeding method employed. Commonly adopted procedures for selection of desirable genotypes in segregating populations of autogamous species are pedigree and bulk methods. The single seed descent (SSD) method of breeding, proposed first by Goulden (1939) and later modified by Grafius (1695) and Brim (1966) is also becoming popular, because of its economy and speed in advancing the generations. However, in actual practice, a breeding programme is a compromise, combining features of different breeding methods. Hence, in the present investigation, single capsule descent (SCD) method was formulated, combining the features of bulk and SSD methods of breeding and evaluated for its relative efficiency, with the bulk method, in six crosses of sesame.

MATERIALS AND METHODS

The experimental material, for evaluating the efficiency of breeding methods comprised of 25 F₆ lines each, developed by bulk and SCD procedure, for each of the six diverse crosses of sesame viz., PDP1-2 × JLT-9, RCR-2 × AT-2, RCR-4 × AT-6, PDP1-2 × JLT-8, (GS-12 × TC-25) × AT-1 and PDP1-2 × JLT-2. In the F₂ generation, during harvest two different populations were constituted. The SCD population was constituted from seeds of a single capsule selected

randomly from each of the F₂ plants and the bulk population from the F₂ plants harvested en masse. These populations were advanced by the respective procedures up to F₅ and in F₅ generation, 25 plants were selected from each of the six crosses advanced by bulk and SCD methods. This material was raised in F₆ generation as plant to row progeny and evaluated in double split plot design (Panse and Sukhatme, 1978) with crosses as main treatments, breeding methods as sub-treatments and the progenies as sub-sub treatments in three replications, at College farm, A.P.A.U. Hyderabad, during Kharif 1989-90. Each plot constituted a single row of 4 m length, of which a net plot of 3 m was fixed, for recording the observations. The spacing adopted was 30 × 10 cm. Data on seed yield per plant, seed yield per plot, productive capsules, primary branches, plant height and days to maturity was recorded in each F₆ line, replication wise, from five plants selected randomly and the mean values were computed. The bulk and SCD procedures were compared on the basis of mean and variability across the crosses and also evaluated on the basis of mean of top 20 % lines and best line values.

RESULTS

□ Mean and variability over crosses for bulk and SCD methods

The mean and coefficient of variation values for methods over crosses for seed yield and yield attributes are presented in table I. Bulk and SCD breeding method means differed significantly for all attributes studied. Bulk method of breeding recorded higher mean values for days to maturity, plant height, number of productive capsules, seed yield per plant and plot yield. The SCD procedure, recorded higher variability for days to maturity, plant height, number of productive capsules, seed yield per plant and plot yield.

(1) and (2) Department of Genetics and Plant Breeding, Rajendranagar, APAU, Hyderabad (India)

(3) Scientist (Plant Breeding), Directorate of Oil-seeds Research, Rajendranagar, Hyderabad, (India)

—Part of M.Sc. (Agril.) thesis submitted by the Senior Author to Andhra Pradesh Agricultural University, Hyderabad (India)