

CA 93 0117

P355
BAD

SH

RECHERCHES
BAMBEY

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
ET DE L'HYDRAULIQUE

DIRECTION DE RECHERCHES
SUR LES CULTURES ET
SYSTEMES PLUVIAUX

SECTEUR
AGRICOLE

ETAT DE RECHERCHE SUR LA
FERTILISATION
MINERALE: ET ORGANIQUE DANS
LE BASSIN ARCHIDIER DU SENEGAL

Par

Mme Aminata Niane BADIANE

BAMBEY, SENEGAL

18/12/93

373/93

SH

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE BAMBEY
(C.N.R.A.)

ETAT DES RECHERCHES SUR LA FERTILISATION
MINERALE ET ORGANIQUE DANS LE
BASSIN ARACHIDIER DU SENEGAL

L'amélioration et le maintien de la fertilité des sols a toujours été un souci constant de la recherche agronomique du Sénégal .

La réduction des jachères voire leur totale disparition, la non-restitution des résidus de récolte, l'accentuation du déséquilibre minéral résultant de l'augmentation des rendements ont suscité la recherche d'une fertilisation minérale et organique plus satisfaisante.

A - FERTILISATION MINERALE

Les premières études sur la fertilisation minérale étaient axées sur l'arachide et les céréales en rotation avec elle. Elles ont permis à la définition de formules NPKS très peu concentrées pouvant accroître de façon significative et à faibles coûts la production agricole et familiariser les paysans à l'utilisation des engrais minéraux. Plusieurs formules tenant compte des situations écologiques et des caractéristiques des sols avaient été définies pour l'arachide; pour les céréales (mil, sorgho) une formule unique était établie.

A partir de 1970 après une décennie de sécheresse, une nouvelle orientation, tenant compte des caractéristiques des sols, des niveaux de technicités, des capacités d'équipements et des moyens matériels différents et coexistants dans le monde rural, a été définie avec 3 niveaux d'intensification:

Le niveau Fo caractérisé par une fertilisation légère pour les systèmes de culture pas ou très faiblement mécanisés.

- Le niveau F1 ou niveau semi-intensif basé sur une fumure minérale forte et liée à un ensemble de techniques culturales pour des systèmes de cultures semi-mécanisées ;

- Le niveau F2 ou niveau intensif pour les systèmes de cultures mécanisés où l'ensemble des thèmes dits lourds sont appliqués.

Tout en souciant du ma i n i e n v o i r e l ' a m é l i o r a t i o n de la fertil it é des sols en couvrant au maximum l es besoins en éléments fertilisants des cultures, cette nouvelle orienta-
Lion s'inscrivait par ailleurs dans le cadre d'une agriculture susceptible d'assurer l'autosuffisance alimentaire.

1- Principaux résultats acquis s u r la fertilisation minérale des cultures.

C'est à partir de 1961, que la proposition de la fertilisation dite légère a été mise en application dans le monde rural avec l'accent sur le facteur engrais pour augmenter les rendements. Une carte de fumure a été établie ci-dessus :

Cultures	Zones	Formules	Roses kg/ha
Mil Sorgho	unique dans tout le pays	14-7-7	150
Arachide	Louga	12-10-10 + 12s	150
	Tivaouane	10-14-8 + 10S	"
	Thiès	10-0-30 + 10S	"
	Bambey-Diourbel	6-20-10 + 8S	"
	Sine-S'aloum	G - - 20 - 10 + 8S	"
	Sénégal Oriental	6-28-10 + 8S	"
	Casamance	Z - 28 - 10 + 10S	"

Quelques années plus tard, cette proposition de fumure légère a été modifiée. La fertilisation phosphatée était renforcée par rapport aux autres éléments fertilisants, pour tenir compte de la principale carence des sols sableux du Sénégal. Les doses de potassium préconisées étaient insuffisantes par rapport aux besoins de l'arachide, la pratique de la jachère de durée variant suivant les zones écologiques avait été proposée. Finalement pour une agriculture régénératrice et durable, d'autres recherches ont abouti à la mise en vigueur, à partir de 1972, des nouvelles propositions en matière de fertilisation (tableau 1)

La nouvelle carte de fumure a été définie avec 3 niveaux F₀, F₁ et F₂ en tenant compte des conditions pédoclimatiques, des moyens et des niveaux de technicité des paysans et des objectifs d'intensification de la production agricole. Le niveau F₂ ou thèmes intensifs à la différence des 2 autres préconise un ensemble cohérent de techniques à appliquer dans leur totalité : **dessouchage, phosphatage de fond, labour profond de début de cycle ; variétés sélectionnées à haut potentiel de rendement, fumure forte, protection phytosanitaire, entretien des cultures, restitution des pailles et amendement calcique, etc.** Diverses contraintes (techniques, sociales et économiques) ont induit à une dérive dans l'application de ces thèmes entraînant une mise en oeuvre sélective des éléments de **paquets technologiques définis.** mise en oeuvre sélective des éléments de **paquets technologiques définis.**

Des études sur la dynamique de pénétration et d'application en milieu rural des thèmes définis ont été conduites pour déterminer les causes de cette dérive. Les résultats obtenus sont résumés ci-dessus :

- Les labours de début de cycle ne sont généralement pas effectués ;

- Les rotations céréales/légumineuses ne sont pas toujours menées ;

Les doses d'engrais effectivement appliquées sont nettement inférieures à celles recommandées et s'élèvent en moyenne de 10 à 50 % de celle-ci ;

Les restitutions organiques ne sont faites que sur les champs de case par parage.

Les recherches sur la fumure potassique ont été reprises et ont abouti aux résultats suivants :

effet significatif de la fumure qu'à la 3ème année de cultures

la réponse de l'arachide à la potasse est plus dépendante de la pluviométrie que celle du mil.

La correction de la carence en potassium peut se faire par un renforcement de la fumure potassique de l'arachide et une restitution intégrale par enfouissement des pailles de mil.

-- un apport, de 30 kg/ha de K₂O sur la culture de mil est souhaitée pour un objectif de production de 2 tonnes/ha de mil--grains.

En 1976, une mise au point des formules de fertilisation avec des sources fertilisantes à moindre coût a été initiée. Le supertriple le supersimple et les phosphal ont été utilisés. Le phosphate de Matam (30% P₂O₅) a été initié aussi dans toute la zone centre Nord, de BA, le Sénégal Oriental et La moyenne Casamance. La caractérisation de ces phosphates au laboratoire ont abouti à la détermination des doses à apporter pour Les systèmes de cultures.

- Dans la zone centre Nord (Thiès-Diourbel) un apport de 100 kg/ha de phosphate de Matam à 30 % de P₂O₅ est à même de satisfaire les besoins en phosphore du mil ou de l'arachide pour des niveaux de rendements de 1500 kg/ha de gousses ou de 1000 kg/ha de mil-grains.

Au Sénégal Oriental et en moyenne Casamance pour les rotations respectives de cotonnier-maïs et arachide-maïs, un apport de 200 kg/ha de phosphate de Matam (30 % de P₂O₅) couvre les besoins en phosphore des 2 cultures de ces 2 rotations pour des rendements de l'ordre de 1500 kg/ha de coton grain et 3000 kg/ha de maïs-grain au Sénégal Oriental et de 2500 kg/ha de gousse et 3500 kg/ha de maïs-grain en moyenne Casamance.

Actuellement des recherches sur les phosphates doivent se poursuivre en vue d'un bon conditionnement du produit et de l'adjonction d'un ou de plusieurs éléments fertilisant (N, K, S).

2 -- Résultats acquis sur les amendements des cultures

a) Phosphatage de fond

Tous les travaux effectués sur les phosphates naturels (Shlamm, Bayl ifos, Sc:ories, phosphogypse, tricalcique de Taïba brut et broyé, phosphal, etc) ont abouti à la recommandation du phosphatage de fond. Celui-ci consiste à l'apport à la 1^{ère} année de mise en culture, pour les systèmes semi-intensifs du tricalcique de Taïba (37 % P₂O₅) à raison de 400 kg/ha pour les cultures pluviales et 1000 kg/ha pour les cultures en conditions submergées.

Ce phosphatage de fond a pour but. de corriger la carence initiale du phosphore quasi-générale dans les sols.

b) Amendement calcique

En 1973, une estimation des zones acides a été faite. Il en résultait que 400 000 ha nécessitent un chaulage immédiat. A partir de ce diagnostic, des études ont été menées sur les différentes sources de calcium tels que le silicate de chaux ou ciment (34 % de CaO), les coquillages broyées, Les calcaires phosphatés, la chaux magnésienne (45 % de CaO), le phosphogypse (26 % CaO) et la chaux agricole (70 % CaO). La conclusion de ces travaux ont été résumés aussi :

L'amendement calcique n'est efficace qu'aux valeurs de pH eau < à 5,5.

- La chaux agricole est plus efficace que les autres sources de calcium.

L'amendement calcique a surtout, des effets significatifs sur les rendements de l'arachide et du cotonnier.

Les doses de correction pour les principales zones affectées et, les plus viables obtenues sont, présentées dans le tableau suivant :

Zone	Dose de chaux (70% Cao en kg./ha/2 ans)		Plus values (kg/ha)
Centre Nord	200	P.M ()	gousses : 200
	100 +		Fanes : 100
			gousses : 500
			Fanes : 350
Haute Casamance	200		coton, grains : 200
Moyenne Casamance	100	P.R (2)	gousses : 250
	100 +		Fanes : 100
			gousses : 400
			Fanes : 250

(1) Enfouissement paille de mil. (système mil-arachide).

(2) Enfouissement paille de riz (système riz pluvial et arachide).

L'apport d'environ 200 kg/ha titrant 70 % de CaO permet de corriger l'acidité des principaux sols concernés. Si la correction de l'acidité ne pose pas de problèmes techniques, la stabilisation du pH corrigé est par contre difficile voire impossible à réaliser sans apport de matière organique plus ou moins évoluée du fait du faible pouvoir tampon des sols.

B - FERTILISATION ORGANIQUE

L'amélioration ou le maintien du statut organique des sols constitue plus que jamais un impératif. Deux voies ont été expérimentées. L'enfouissement de la Jachère, d'engrais vert cultivé et des pailles de céréales après les récoltes d'une part, et d'autre part, l'apport de matière organique plus ou moins élevée (fumier, compost). Les modes d'apports ne concourent avec le travail du sol qui permet d'enfouir la matière organique car l'apport en surface réduit notablement l'efficacité de la matière organique et peut induire des comportements néfastes des cultures et notamment un enracinement superficiel.

Les principaux résultats obtenus après enfouissement des pailles de céréales après récolte ont montré des accroissements de rendements de 40 à 80 % sur le sorgho, le mil et le maïs. Plus tard la recherche s'est donc orientée vers les formes de matière organique plus décomposée, celle-ci ayant des effets très positifs sur les caractéristiques chimiques, la matière organique et le pH des sols.

L'apport de matière organique étant un amendement, ses effets ne sont généralement notables qu'à court terme. Les résultats expérimentaux obtenus avec le fumier, montrent que les doses élevées de 10t/ha donnent, des effets significatifs. Mais la dose apportée est supérieure à celle que l'on peut apporter dans les conditions actuelles du monde rural (1 à 3 t/ha respectivement du Nord au Sud Est du pays).

Pour ces raisons, la recherche s'est, attelée à l'étude des conditions d'efficacité agronomique de faibles doses de fumier (1 à 5 t/ha de fumier), d'apport de matière organique sous forme de compost biogaz ou de compost, de pailles de céréales.

Des contraintes existent certes en milieu réel, mais des solutions ont été envisagées. Par exemple : la confection des fosses compostières en hivernage pour les besoins de l'eau. Les études sont en cours et les résultats obtenus sont satisfaisants.

La majorité des paysans dans le centre Nord utilise le fumier traditionnel. Les problèmes rencontrés sont divers d'ordre. Le fumier est chargé en sable et non composté, et ut, il est en grande échelle par les maraichers de la vallée du Sine.

Par exemple sa composition chimique est la suivante :

	Humidité	C	N	P205	K20	Matières minérales Totale	C/N
	%			% M.S			
Fumier de cheval	4,7	8,6	0,44	0,25	0,36	80	19

L'autre type de fumier utilisé est le fumier dit "amélioré" par la fertilisation des cultures, la stabulation des animaux et les apports d'eau pour le compostage et les apports de matière végétale. Ce fumier est produit dans un élevage partiellement sédentaire. Trois types de fumier sont définis selon les matières végétales apportées. Le fumier de foin de Jachère est plus riche en phosphate (P205), potasse (K20) et le calcium (Ca) mais le plus pauvre en azote ; inversement le fumier de pailles de céréales (mil et sogho) est plus riche en azote mais plus pauvre en éléments phosphatés et potassique. La valeur fertilisante d'un fumier peut donc varier grandement selon la nature de la litière et la fertilisation des cultures.

Le compostage est une autre système d'utilisation rationnelle des résidus des récoltes et des herbès de jachère en vue d'une fertilisation organique des sols. La durée du procédé peut varier de 4 à 6 mois pour obtenir un produit fini et bien humifié. La durée peut s'allonger si l'arrosage fait défaut.

Les résultats obtenus sur paille de mil sont résumés ci-dessus :

	% N	% P	% K	% C
Non compostée	0,78	0,065	0,296	0,262
Paille de mil				
composée	1,47	0,178	0,138	1,04

L'augmentation de concentration en P et C a résulté seulement des pertes en matière sèche. Les avantages du compost sont nombreux :

Faire disparaître l'effet dépressif des pailles sur les cultures

Augmenter la résistance du parasitisme des plantes cultivées sur sols ayant reçu du compost :

- . Augmenter le rendement engrais ;
- . Maintenir ou élever le niveau de fertilité des sols ;

Les recommandations émanant dans nos travaux préconisent 3 t/ha en milieu paysan tous les ans ^{ou} à défaut tous les 2 ans 1,5 à 3 t/ha d'un compost fini. Le mode d'application préconisée est l'enfouissement en début de cycle.

C - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La recherche agronomique au Sénégal a mis au point toute une série technologique et scientifique en vue de l'amélioration de la fertilité des sols par le biais de la fumure minérale et organique. Les **niveaux** d'intensification définis en 1972 avec les **formules d'engrais** compostants conservent encore leur **validité** sauf **probablement**. L'utilisation d'engrais concentrés par la **zone Nord** (région de Louga) pour lequel l'importante **baisse pluviométrique** limite très sérieusement les **niveaux de rendement** escomptés. Les quantités d'éléments fertilisants **préconisés** pour les diverses cultures comprennent également les exportations minérales par les récoltes. Devant la hausse sans cesse des **prix** des éléments fertilisants, la **réduction du coût de la fertilisation** devient un **objectif prioritaire**. Ce qui a conduit la recherche à valoriser les **ressources locales** telles que les phosphates naturels, Les résidus de récolte, et les herbes de jachère.

Il importe de souligner qu'à l'heure actuelle, les surfaces amendées restent faibles et beaucoup d'effort restent à faire pour généraliser le **phosphatage de fond**.

Certes beaucoup de choses restent à faire pour solutionner le problème de l'amendement organique en milieu paysan, il ne semble pas exister d'autres alternatives que l'impulsion de **l'intégration élevage-agriculture** et **l'agroforesterie**.

Deux principales axes de recherches pouvaient être effectués dans la zone du Bassin Arachidier.

1)- Etude Régionale de la fertilisation organo-minérale des cultures.

2)- Régénération des sols dégradés s'appuyant sur une valorisation des ressources naturelles disponibles (résidus de récolte, phosphate naturel)

Le 2ème type de recherches va **nous** conduire à une expérimentation du type "courbe de réponse A 1 a matière organique".

Ce type d'expérimentation permet d'évaluer le niveau de rendement qui serait obtenu dans un système de culture avec plusieurs niveaux d'amendement organique (par exemple, absence, restitution, restitution + apport complémentaire). L'expérimentation "courbe de réponse" correspond au même système de culture, la connaissance de l'apport complémentaire du compost donne une idée de l'importance de transfert de matière végétale, donc de fertilité à réaliser.

ZONE	CULTURE	Niveau F0		Niveau F1		Niveau F2	
		Formule	Dose (kg/ha)	Formule	Dose (kg/ha)	Formule	Dose (kg/ha)
NORD LOUGA	Arachide	10-10-8	150				
	Niébé	6-20-10	"				
	Mil	14-7-7	150				
CENTRE-NORD				Phosphatage de Fond (1)		Phosphate de Fond (1)	
- Thiès	Arachide	6-20-10	150	8-18-27	150	8-18-27	200
- Bambey	Niébé	6-20-10	"	8-18-27	"	"	"
- Diourbel	Mil	14-7-7	"	10-21-21	150	10-21-21	150
				urée	150		
	Sorgho	14-7-7	150	10-21-21	150	8-18-27	250
				urée	100	urée	200
SUD et EST - Sine Saloum - Sénégal Oriental - Casamance	Arachide	6-20-10	150	8-18-27	150	8-18-27	200
	Niébé	6-20-10	"	8-18-27	"	8-18-27	200
	Cotonnier	8-18-27	150	8-18-27	150	8-18-27	200
		urée	50	urée	50	sulfate NH4	50
		Kcl	"	Kcl	50	urée	100
	Mil	14-7-7	150	10-21-21	150	10-21-21	150
				urée	100	urée	150
	Sorgho	14-7-7	150	10-21-21	150	8-18-27	250
				urée	100	urée	200
	Maïs	8-18-27	100	8-18-27	200	8-18-27	300
				urée	200	urée	300
	Riz pluvial (2)	8-18-27	100	8-18-27	150	8-18-27	250
		urée	100	urée	100	urée	200
	Riz pluvial (3)	8-18-27	100	8-18-27	200	8-18-27	250
				urée	150	urée	200
	Riz submergé (rizière douce)	-	-	8-18-27	200	8-18-27	250
				urée	100	-	-

(1) : A la première mise en culture, 400 kg/ha de tricalcique de Taïba (culture pluviale), 1000 kg/ha de tricalcique de Taïba (rizière submergée).

(2) : Sénégal-Oriental. - (3) : Casamance.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUYER S et al 1949 : Contribution à l'étude de la fumure des terres à arachide du Sénégal, 1ère partie, Agro. Trop. Vol IV N°5, 6 pp 266-300
- BOUYER S et al 1961 : Deuxième contribution à l'étude de la fumure des terres à arachide du Sénégal : effet résiduel des formules NPK sur la deuxième année de culture. Doc. Zones, CNRA/BAMBEY.
- BOUYER S (1954) : L'emploi des phosphates de Thiès dans l'agriculture sénégalaise extrait des comptes rendus de la 5è conférence Interafricaine des sols Léopoldville 9-14/8/1954.
- CHARREAU, C ; Poulain , J.F 1963 : La fertilisation des mils et sorgho Agro. Trop. extrait du n° 1.1.1963.
- CHARREAU, C, 1972 : Problèmes posés par l'utilisation agricole des sols tropicaux pour des cultures annuelles. Doc Zones (Séminaire sur les sols tropicaux à Ibadan).
- CISSE, L. (1980) : Etude de l'efficacité du phosphore sur quelques cultures pluviales du Sénégal Oriental. Doc Zones-CNRA/BAMBEY
- CISSE, L., 1981 : Note scientifique sur l'acidification des sols sableux exondés du Sénégal : Processus et correction.
- CISSE, L., 1984 : La fertilisation minérale et les contraintes techniques à l'augmentation des rendements des principales cultures de la zone centre-Nord du Sénégal.
Actes du séminaire IMPHOS/Yamoussoukro, Tome II pp 1-26.

CISSE, L., 1985 : Valorisation agricole des ressources naturelles.

Etude des effets de l'acidification partielle sur l'efficacité agronomique du phosphate de Matam. Doc. Ronéo-CNRA/BAMBEY.

GANRY, F. et Siband, P. 1974 : Fertilisation, production et gestion du milieu en zone tropicale sèche. Séminaire régional FAO/DANIDA Dakar 9-21/9/1974.

GANRY, F ; Feller, C 1977 - Effet de la fertilisation azotée (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du sol et la-stabilisation de la matière organique en monoculture de mil dans les conditions des zones tropicales semi-arides. Séminaire Régional BUEA (Cameroun 5-14/12/77).

GANRY, F. 1985 - Quelques réflexions pratiques sur la valorisation agricole des fumiers et du compost. In acte de séminaire sur la recherche agronomique pour le milieu paysan ICRA (ed) pp. 108-119.

GANRY, F-1985., Hamon, R. : L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche (bilan de 3 années d'études) Agron. Trop. 27, 592-607.

IRAT, 1970 Thèmes légers - Thèmes lourds - Systèmes intensifs - voies différentes ouvertes au développement agricole du Sénégal Doc. Ronéo CNRA/Bambey.

IRAT, 1975 - A propos du rôle de la matière organique dans la fertilité du sol. Synthèse, -des résultats 1969-1974 Doc. Ronéo - CNRA/BAMBEY.

NDIAYE, J.P - 1977-1979 - Etudes de l'efficacité du phosphore sur quelques cultures pluviales du Sénégal Oriental. Doc. Ronéo - CNRA-BAMBEY.

PIERI, C 1976 - L'Acidification des terres de cultures exondées au Sénégal. Agro. Trop. vol. xxx1 n° 4 pp 339-368.

PIERI, C 1979 La fertilisation potassique du mil pennisetum et ses effets sur la fertilité d'un sol sableux du Sénégal. Compte rendu des 5 années d'expérimentation. Doc Ronéo - CNRA/BAMBEY.

POULAIN, J.F -- 1965 Bilan des essais réalisés de 1962 à 1965 sur les engrais phosphatés annuels. Doc. Ronéo - CNRA/BAMBEY.

POULAIN J.F, 1970 - Comparaison du phosphal et du phosphate de taïba en fumure de fond. Doc Ronéo - CNRA/BAMBEY.

SCHILLING, R. 1973 - Etude de la fumure minérale et du travail du sol.

Actes des journées d'études sur la recherche et la vulgarisation. RUFISQUE, 8-13/1/1973.