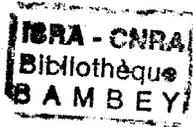


CN930062
f070
THI



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

DIRECTION DE RECHERCHES SUR
LES CULTURES ET SYSTEMES
PLUVIAUX
(DRCS)

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES
(I.S.R.A)

A G R O N O M I E D U N I E B E D A N S L E S
Z O N E S
N O R D E T C E N T R E N O R D D U
S E N E G A L
A C Q U I S E T P E R S P E C T I V E S

Mémoire présenté
pour la confirmation

par

Samba THIA W

Maître de Stage

Aminata Niane BADIANE

Mars 1992

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME	
1 - INTRODUCTION	1
II - GENERALITES SUR LE MILIEU	2
II.1 - Etude du milieu	2
II.1.1 - Le climat	2
II.1.2 - Les sols	3
II.2 - Le matériel végétal	4
II.2.1 - Les variétés sensibles à la photopériode	5
II.2.2 - Les variétés insensibles à la photopériode	6
III. - LES ACQUIS SUR L'AGRONOMIE DU NIEBE AU SENEGAL	6
III.1 - Variétés de niébé obtenues et vulgarisées	6
III.2 - Techniques culturales	13
III.2.1 - Date de semis	13
III.2.2 - Densité de semis	13
III.2.3 - Fertilisation	15
III.3 - Systèmes de culture à base de niébé	19
III.3.1 - Culture pure	19
III.3.2 - Culture dérobée	19
III.3.3 - Association niébé-céréale	20
III.3.4 - Culture double ou successive	21
III.4 - Fixation symbiotique de l'azote	22
III.5 - Niébé et valorisation des ressources pluviales	23
IV - ANALYSE CRITIQUE DES ACQUIS	24

V - ETUDE DE L'ASSOCIATION VARIETALE EN TANT QUE	26
FACTEUR DE STABILITE DU RENDEMENT	
V.1 - Matériel et méthodes	27
V.1.1 - Conditions climatiques	27
v.1.2 - Conditions d'exécution de l'essai	28
V.2.1 - Réponse à la fertilisation	29
v.2.2 - Rendement en graines et fanes	31
V.2.3 - Surface équivalente (S.E) ou Land use	35
equivalency ratio (LER) et efficience	
biologique ou Area Time Equivalency Ratio	
(ATER)	
V.2.4 -- Analyse de stabilité du rendement	40
et adaptation variétale	
v.3 - Conclusion sur l'association	43
variétale de niébé	
VI - CONCLUSION GENERALE	46
VII - PERSPECTIVES	47
VII.1 - Techniques culturales	47
VII.1.1 - Densité de semis	48
VII.1.2 -Date de semis	48
VII.1.3 - Fertilisation	48
VII.2 - Systèmes de culture	49
VII.2.1 - Culture pure	49
VII.2.2 - Association à base de niébé	49
VII.3 - Adaptation au milieu	49
VII.4 - Parasitisme	50
VII.5 - Stockage et conservation	50
BIBLIOGRAPHIE	

REMERCIEMENTS

C'est dans la collaboration que les individus apprennent à se connaître. J'ai apprécié, au long de l'élaboration de ce rapport, l'esprit critique et scientifique de Mme Aminata Niane BADIANE, qui n'a ménagé aucun effort pour que ce travail soit bien fait. Qu'elle trouve ici l'expression de mes remerciements très sincères et de ma profonde gratitude.

Mes remerciements vont également à MM. Modou Hyacinthe MBENGUE, Amadou BA, Modou SENE, Manièvel SENE et Mamadou NDIAYE, tous chercheurs à l'ISRA, pour avoir lu et corrigé ce document.

Je remercie très sincèrement Monsieur Limamoulaye CISSE, Directeur des Recherches sur les cultures et systèmes pluviaux pour son soutien constant et les conseils qu'il m'a prodigués lors de la rédaction de ce rapport.

Ce rapport ne pourrait être achevé sans le précieux concours de Monsieur Isidore NDIONE, qui a fait preuve d'une disponibilité exemplaire : c'est l'occasion pour moi de lui dire un grand merci.

Enfin, qu'il me soit permis de remercier tous les agents du Programme Niébé et tous ceux qui, de près ou de loin, ont aidé à la finalisation de ce rapport.

RESUME

Le niébé est une plante rustique qui est adaptée dans les zones à pluviométrie faible et irrégulière. Au Sénégal, la culture du niébé est bien développée dans les zones centre nord et nord où l'on utilise essentiellement des variétés à cycle court et intermédiaire, semées en début d'hivernage. Les systèmes de culture à base de niébé sont intéressants, mais à cause de la sécheresse dans la zone nord, ils présentent plus d'avantages dans les zones centre nord et sud du pays. L'intérêt du fumier, du phosphate naturel et de la fumure phosphopotassique a été confirmé sur le niébé. L'association variétale peut être plus sécurisante que la culture pure. Enfin les facteurs limitant le développement de la culture du niébé sont connus et des solutions sont préconisées, à savoir l'utilisation de variétés à cycle court et résistantes aux insectes et aux maladies, mais aussi l'utilisation de produits phytosanitaires.

Enfin un programme de recherche en phytotechnie du niébé est proposé en tenant compte des lacunes et des acquis des différentes recherches conduites sur le niébé dans le domaine de l'agronomie.

I - INTRODUCTION

Le Niébé (Vigna unguiculata (L.) Walp) est cultivé de longue date en Afrique qui dit-on, est son aire d'origine. En zones semi-arides, les systèmes de culture incluant le niébé doivent répondre aux exigences des sols et du climat, les possibilités d'irrigation étant fortement limitées.

Le niébé est une culture secondaire au Sénégal et dans beaucoup de pays africains, mais sa place dans l'équilibre nutritionnel ne doit pas être négligée. Au Sénégal, il est cultivé dans toute l'étendue du territoire national, mais avec un accent tout particulier dans les régions Centre-Nord et Nord. Les superficies emblavées en niébé sont importantes mais variables d'une région à une autre et d'une année à une autre. Cependant, il faut relever que la presque totalité de la production de niébé provient des régions de Louga, Thiès, Diourbel et Saint-Louis. Dans la moitié Nord du pays, c'est la culture pure qui prédomine, tandis que dans la zone au Sud de Bambey, c'est la culture associée (niébé-céréale) qui est la règle. Les zones Centre-Nord et Nord représentent le grenier à niébé du Sénégal, leur production pouvant non seulement satisfaire les besoins nationaux, mais également, alimenter l'exportation. Au cours des dix dernières années, la production annuelle du niébé est estimée à 29 000* tonnes sur une superficie de 71 500 ha, soit un rendement moyen de 408 kg/ha. L'augmentation de la production et de la productivité tient essentiellement à l'utilisation de variétés améliorées et à l'adoption de pratiques culturales adéquates. Différentes variétés sont utilisées pour les différents types de culture et dans les différentes régions.

*Source : Direction de l'Agriculture/Division de la Statistique Agricole (DISA).

Les principaux objectifs recherches dans cette étude sont de faire un résumé de toutes les recherches faites sur le niébé au Sénégal dans les régions Nord et Centre Nord avec un accent sur les résultats acquis dans le domaine de l'agronomie et de proposer des perspectives de recherches.

II - GENERALITES SUR LE MILIEU

II.1 - Etude du milieu

11.1.1 - Le climat

Le niébé est cultivé dans des conditions écologiques diverses correspondant à divers types de climat au Sénégal. A ce sujet BEYE, G., (1977) avait défini 5 types de climat :

- la zone sahélienne (Nord de la ligne Sakal - Nord Matam) ;
- la zone soudanienne Nord (comprise entre la ligne passant par Sakal-Matam et la ligne allant de Nioro à Tambacounda) ;
- la zone sub-guinéenne (Bignona, Oussouye et Ziguinchor) ;
- la zone sub-saharienne (Ligne allant de Mbour à l'Ouest de Rosso).

Dans la zone nord du Sénégal, la sécheresse est un phénomène endémique ou très fréquent avec une agriculture pluviale aléatoire tandis que le sud connaît rarement la sécheresse, et les cultures y sont relativement sûres (BEYE, G., 1977).

Cette diversité climatique fait qu'au nord dans la zone sahélienne, le long du fleuve Sénégal, le niébé est cultivé en contre-saison quand les eaux commencent à se retirer (TARDIEU, M., et SENE, D., 1966) ; tandis que dans la zone soudanienne d'importantes superficies sont emblavées en niébé avec un accent particulier sur la culture pure dans la région nord du Sénégal, et sur la culture dérobée ou associée au sud. L'intérêt du niébé au Sénégal tient à sa rusticité et

à sa bonne adaptation dans les zones à pluviométrie irrégulière. C'est pourquoi durant les dix dernières années, la culture a pris de l'importance dans le nord du bassin arachidier. On y trouve généralement des variétés à cycle court et intermédiaire avec des ports qui varient de l'érigé strict au rampant. Pour la culture dérobée ou associée on utilise soit des variétés à cycle long ("jour court") soit des variétés insensibles à la photopériode à cycle court ou intermédiaire.

Sous climat sub-canarien et sub-guinéen, c'est souvent la culture à base de variétés tardives ("jour court") qui prédomine.

Ainsi le climat sénégalais semble être propice pour la croissance et la production du niébé, étant donné que les radiations photosynthétiquement actives sont suffisantes. Les facteurs limitant la production en zone sahélienne et soudanienne semblent être l'insuffisance et l'irrégularité des précipitations.

II.1.2 - Les sols

Les principaux sols correspondent aux grands types de climats. Ainsi dans les zones soudanienne et sahélienne, on trouve des sols sub-arides et des sols ferrugineux tropicaux, tandis que dans la zone guinéenne, ce sont les sols ferrallitiques qui prédominent.

Le niébé est particulièrement adapté aux sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés appelés localement "dior" ou "dior-deck". La structure de ces sols varie très peu dans les premiers 2m. Sous la pression de la culture continue du mil, de l'arachide et du niébé dans le bassin arachidier, on assiste à une dégradation des terres. Ainsi, ces sols sous culture continue sont caractérisés par :

- une dégradation du couvert végétal et de la structure rendant le sol plus sensible à l'érosion éolienne, notamment et une baisse du pH suite au lessivage et à l'exportation non compensée des éléments minéraux par les récoltes ; ceci peut accroître la concentration dans les solutions du sol de certains éléments tels que l'aluminium, le fer et le manganèse. La composition des sols est très hétérogène et variable (CI SSE, L., 1980).

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des sols "Dior et Deck" de la zone Nord et Centre Nord du Sénégal.

Horizon	0-20 cm	
	Dior	Deck
Caractéristiques		
pH eau	6,64	6,63
pH KCl	5,85	5,91
4. organique %	0,34	1,13
granulométrie		
%		
A	3,80	6,20
Limon	0,90	3,20
sables (50-100 μ)	5,40	9,30
sables (100-200 μ)	59,40	55,10
sables (200-2000 μ)	30,50	24,90
C total %	1,89	6,25
V total %	0,16	0,55
C/N	12,00	11,00
P ₂ O ₅ total %	0,38	0,42
P ₂ O ₅ ass. ppm	70,02	27,89
Complexe absorbant		
meq/100 g de sol		
Ca	0,80	2,91
Mg	0,26	1,22
Na	0,01	0,02
K	0,07	0,09
S	1,16	4,26
T	1,83	5,07
V = S/T	63,00	84,00

Source : Laboratoire central d'analyses CNRA/Bambey.

II.2 - Le matériel végétal.

La culture du niébé est bien ancrée dans les systèmes de culture pratiqués dans le Bassin Arachidier. Cependant, les techniques culturales utilisées n'ont pas permis l'optimisation des rendements.

Les travaux sur le niébé ont réellement débuté en 1953. Avant cette date, le germeplasma était constitué des prospections effectuées au niveau national et des introductions en provenance d'autres pays. Ce travail de base a permis de constituer une collection de germeplasmes caractérisée par une grande variabilité quant à la précocité, la productivité et l'adaptation au milieu,

Une étude systématique de cette collection avait permis de classer ces différentes variétés en deux grands groupes suivant leur sensibilité à la photopériode (SILVESTRE, P., 1965 ; SENE, D., 1966). On sait que à partir de l'équateur (0° de latitude), il y a une variation dans la longueur du jour en fonction des saisons. Certaines espèces de plantes sont particulièrement sensibles à cette variation. Le niébé en fait partie. On y distingue :

11.2.1 - Les variétés sensibles à la photopériode

Elles sont appelées variétés de jour "Court" car elles ne fleurissent que lorsque la longueur des jours est inférieure à un certain nombre d'heures d'éclairement. Pour la latitude de Bambey (14° 42' N), ces variétés ont généralement 50 % des pieds qui portent des gousses après la période comprise entre le 1er et le 5 Octobre (journées de 12 h d'éclairement). C'est le cas des variétés Ndout, 58-111, 59-9 (TARDIEU, M., et SENE, D., 1966).

11.2.2 - Les variétés insensibles à la photopériode

Elles fleurissent indépendamment de la longueur du jour. Parmi ces variétés on note la 58-57, la Ndiambour, la Mougne.

Le choix de la date de semis est important pour ces deux types de niébé, et dépend de l'objectif de production. Pour les variétés insensibles à la photopériode un semis en début d'hivernage permet d'obtenir une production de gousses au moment où les réserves vivrières sont épuisées. Les variétés sensibles à la photopériode sont plus plastiques et le rapport gousses/paille dépend de la date de semis. Leur production de gousses se situe aux mois de novembre et de décembre.

III - LES ACQUIS SUR L'AGRONOMIE DU NIEBE AU SENEGAL

III.1 - Variétés de niébé obtenues et vulgarisées au

Les prospections de variétés au niveau national et les introductions avaient permis la constitution d'une collection de germplasma de niébé. L'étude de cette collection et les essais variétaux conduits dans différentes zones écologiques avaient abouti à la recommandation d'un certain nombre de variétés entre 1964 et 1966. Tableau 2.

Tableau 2 : Variétés de niébé recommandées entre 1964 et 1967 (SENE, D., 1966 et 1971)

Variétés	Zone Nord	Zone Centre-Sud
58-57	x	
58-75	x	
58-185		x
59-25		x
59-57		x

Ces principales variétés étaient donc essentiellement adaptées dans les zones nord et centre-sud. Par la suite, à partir de 1967, les travaux de sélection, entrepris pour l'obtention de variétés à cycle court, à port érigé et à couleur et grosseur de graines acceptables, ont abouti à de bons résultats (SENE, D, 1971, 1974). Le tableau 3 résume les principales acquisitions des recherches sur le niébé jusqu'en 1974. Toutes les variétés recommandées ou vulgarisées dans les zones centre nord et nord sont de cycle court à intermédiaire sauf celles qui sont recommandées pour la zone Sud. Les deux variétés fourragères : la 66-35 et 58-74 s'adaptent dans toutes les zones écologiques. Dans le cadre de l'intégration agriculture-élevage, ces deux variétés peuvent jouer un rôle important pour l'alimentation du bétail. D'autre part, certaines variétés strictement photosensibles (Ndout et 66-20) et non photosensibles à cycle intermédiaire ou court (TN 88-63 et Gorom-Gorom) ont la capacité de produire beaucoup de fanes en plus de leur production de graines.

Parmi toutes ces variétés, seules Mougne, Ndiambour, Bambey 21 et 58-57 sont effectivement utilisées en milieu paysan. Les essais conduits dans la zone du Sénégal-Oriental, ont montré que la variété TN 88-63 était très performante c'est donc une variété potentiellement vulgarisable dans cette zone, seulement elle présente un cycle long et des graines assez petites.

Tableau 3 : Nouvelle répartition des variétés introduites et sélectionnées au Sénégal à partir de 1974

Variétés	Semis 50 % flor.	Zone	Couleur fleur	Cou- leur gous- ses	Port	Couleur graines	Poids 100 grai- nes(g)
58-57	44	Nord	Bicolore blanche	Verte	ram- pant	crème petit oeil marron	10,5
58-74*	77	Toute zone	Bicolore blanche	verte avec p. r.	inter médi- aire	rouge ponctué de gris	12
58-75	46	Nord	Bicolore pourpre	"	érigé	ponctue de gris	10,6
58-185	36	Cent- re	Bicolore pourpre	"	"	chamois avec tâches violet- tes à marron	13,8
59-25	46	Cent- re	Bicolore pourpre	"	"	ponctué de gris sur fond clair	11,5
58-111	68	Sud	Bicolore blanche	verte	ram- pant	Pie noire	22,5
54-9	73	Sud	Bicolore blanche	verte avec p. r.	"	crème avec petit oeil marron	11,9
66-35*	43	Toute zone	Bicolo blanch	e "	inter médi- aire	beige avec ponctué grise	10,5
Ndiam- bour	44	Nord	Bicolore blanche	verte	ram- pant	crème à oeil beige	14,9
Mougne	47	Cent- re	Bicolore blanche	verte	inter médi- aire	pointue de gris bleu sur fond crème à oeil noir	14,2
3.21	41	Cent- re	Blanche	vert foncé	érigé	crème	18,3

Sources : SENE, D., 1971 et 1974 cité par NDIAYE, M., 1986.

* = variétés fourragères

p. r. = pointes rouges

Les recherches sur le niébk ont été suspendues en 1974 pour reprendre en 1979, avec comme objectifs principaux le renouvellement de la collection et le test des variétés recommandées et/ou introduites. C'est à partir de 1983, avec l'arrivée d'un nouveau chercheur que le volet sélection a été remis en oeuvre. Globalement, ce nouveau programme pluridisciplinaire sur le niébé est presque entièrement financé par le projet associatif de recherche (CRSP/niébé) entre l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) et l'Université de Californie Riverside. Des croisements divers ont été effectués pour l'amélioration de la productivité et de la grosseur des graines mais surtout pour la résistance aux maladies et aux insectes. Les variétés les plus intéressantes sont la IS86-275, la IS86-283 et la B89-504. (CISSE, N., 1991). Les caractéristiques botaniques et agronomiques de ces trois variétés sont résumées dans les fiches 1, 2 et 3.

FICHE 1 - Nom de variété : MOURIDE

Pédiclarée : 58-57 x IT81D-1137

Numéro de sélection : IS 86-275

Lieu de sélection : CNRA-Bambey

Année de vulgarisation : 1991

Zones de culture : Régions de : Louga, Thiès, Diourbel

Caractéristiques botaniques

Port	Croissance	Feuilles	Fleurs	Gousses	Graines
Semi-érigé	Déterminée	Vert-clair	Bicolore blanche	Vertes droites situées au niveau supérieur feuillage	(Crème à oeil beige)

Caractéristiques agronomiques

Mosaïc Virus "CABMV"	Chancre bactérien	Striga	Amsac-ta	Puce-rons	Thrips	Bru-ches
Résistante	Résistante	Résis-tante	Sensi-ble	Sensi-ble	Sensi-ble	Résis-tante

Performances (Moyenne de 3 années)

Localités	Bambey	Thilmakha	Louga	Ndiol	x87-88 -a9 Bb-Th- Lg.
Semis - 1e fleur	37	37	36	41	37
Cycle (j) Semis - 95% Mat.	63	59	58		60
Graines	1817	1144	992	1013	1318
Rendements (kg/ha) Paille sèche	2368	1093	985	939	1482
Poids 100 graines	16,1	15,6	16,6		16,1

FICHE 2 - Nom de variété : DIONGOMA

Pédigrée : 58-57 x IT81D-1137

Numéro de sélection : 1386-283-15

Lieu de sélection : Bambey

Année de vulgarisation : En pré-vulgarisation

Zones de culture : Régions de Louga, Thiès, Diourbel

Caractéristiques botaniques

Port	Croissance	Feuilles	Fleurs	Gousses	Graines
Rampant	déterminée	Vert-foncé	Blanches	Vert foncé longues	Blanches, à oeil beige

Caractéristiques agronomiques

Mosaïc Virus "CABMV"	Chancre bactérien	Striga	Amsac-ta	Puce-rons	Thrips	Bru-ches
Résistante	Résistante	Ré sistante	Sensi-ble	Sensi-ble	Sensi-ble	Résis-tante

Performance (Moyenne de 3 années)

Localités	Bambey	Thilmakha	Louga	Ndiol	Moyenne
Semis - le fleur	41	38	39	39	39
Cycle (j)					
Semis - 95% Mat.	67	64	62	69	64
Graines Rendements (kg/ha)	1971	1365	834	995	1390
fanés	2562	1081	631	927	1424
Poids 100 graines (g)	22,7	21,3	21,5	22,1	21,8

FICHE 3 - Nom de variété : MELAKHPédigrée : IS86-292 x IT83S-742-13Numéro de sélection : B 89-504Lieu de sélection : CNRA-BambeyAnnée de vulgarisation : En essais multilocaux et milieu paysan en 1990 et 19931Zones de culture : Centre-Nord et Nord.Caractéristiques botaniques

Port	Croissance	Feuilles	Fleurs	Gousses	Graines
Rampant	Indéterminée	Vert foncé	Blanches	Vertes longues	Blanches, oeil marron clair

Caractéristiques agronomiques

Mosaïc Virus "CABMV"	Chancre bactérien	Striga	Amsac-ta	Puce-rons	Thrips	Bru-ches
Résistante	?	Sensi-ble	Sensi-ble	Résis-tante	Sensi-ble	Sensi-ble

Performance (~Moyenne d'une année)

Localités		Bambey	Thilmakha
Cycle (j)	Semis - le fleur	37	37
	Semis - 95% Mat.	61	52
Graines Rendements (kg/ha)	Fanes	1690	944
Poids 100 graines	en g	18,6	19,6

III.2 - Techniques culturales

III.2.1 - Date de semis

Dans les régions septentrionales (Saint-Louis, Louga et Thiès), on cherche surtout à utiliser les variétés insensibles à la longueur du jour. Dans ces zones, la longueur de l'hivernage utile est très courte, ce qui favorise les variétés à cycles court du intermédiaire. L'utilisation de telles variétés permet une récolte précoce au moment de la soudure, mais également d'éviter les périodes de sécheresse en fin de cycle. Pour le niébé, un semis en début d'hivernage est toujours préférable dans les zones centre et centre-nord : le semis dès la première pluie s'impose d'autant que l'écart entre la première et la seconde pluie peut être important.

La date de semis des variétés à cycle long dépend de l'usage que l'on veut en faire (CISSE, N., 1984). Si la production de graines est recherchée, il faut un semis tardif ce qui réduit la croissance végétative au profit de la production de gousses. Par contre, dans le cas d'un semis précoce, de telles variétés produisent une masse très importante de matière sèche et peuvent se comporter comme des variétés fourragères. Dans les systèmes de culture traditionnels, ce sont les variétés à cycle long qui sont utilisées pour la culture dérobée.

III.2.2 - Densité de semis

La densité de semis est un facteur déterminant du rendement, mais elle dépend essentiellement de l'espèce végétale, de la pluviométrie et de la fertilité du sol. Dans le système de culture traditionnel, le niébé était semé à un écartement assez lâche, car les variétés utilisées sont de cycle long et à port rampant. La quantité de semences de bonne qualité faisant défaut, les paysans adoptaient un grand écartement pour emblaver une surface plus grande.

Des études de densités du niébé ont été entreprises en tenant compte du port et du cycle de la variété, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Rendement en kg/ha de graines de niébé pour un semis de 50 cm x 50 cm à 2 graines/poquet

Variétés	Densité	Rendement (kg/ha)
58-57 port rampant	démarié (1 plant)	1377
	non démarié	1027
58-16 port semi-érigé	démarié (1 plant)	1.756
	non démarié	2104

Source : NICOU, R., (1965)

Pour ces deux variétés, l'une à cycle intermédiaire et port rampant, l'autre à port semi-érigé et à cycle court, il n'y a pas de différence significative entre les rendements en graines avec ou sans démariage.

Les études menées sur la densité entre 1962 et 1964, ont démontré que la variété rampante avec une densité de 50 000 pieds à l'hectare donnait de meilleurs résultats par rapport à une densité élevée, alors que la variété érigée semble pouvoir supporter une densité élevée, avec cependant une baisse de rendement pour des densités supérieures à 80 000 pieds/ha.

DIOUF, T., (1977) avait conclu au bout de 3 années d'études que pour une variété érigée telle que la Bambey 21, l'écartement de 0,50 m x 0,25 m soit 80 000 pieds/ha à raison de 2 graines/poquet était le meilleur, tandis que pour les variétés rampantes, en tenant compte des besoins hydriques, minéraux et énergétiques l'écartement de 0,60 m x 0,60 m soit 27 000 pieds/ha avec 2 graines par poquet donnait les meilleurs résultats.

Actuellement, ce sont les écartements de 0,50m x 0,50m d'une part et 0,50m x 0,25m d'autre part qui sont respectivement recommandés pour les variétés rampantes et érigées.

En vue de la mécanisation du semis, NICOU, R., (1965) avait testé l'utilisation d'un disque à arachide de 24 trous modifié en 6, 8 et 12 trous. Avec la variété 58-57 le disque à 8 trous semblait être meilleur, mais dans la zone nord la densité de semis obtenue avec ce disque semblait être élevée.

111.2.3 - Fertilisation

Certains sols, en particulier ceux du Centre-Nord et nord sont généralement pauvres. Dans ces régions, la forte croissance démographique a engendré une surexploitation des terres. Ce phénomène, ajouté à l'insuffisance de l'utilisation de l'engrais, a contribué à une diminution progressive de la fertilité des sols. Les études sur la fertilisation de l'arachide (BLONDEL, M., ~1966) avaient fait ressortir les 3 équilibres N, P, K à la dose de 150 kg/ha que voici :

Zone septentrionale	10-14-8
Zone Thiès	6-10-20
Zone centre et méridionale	6-20-10

Ces études ont montré un effet bénéfique de l'azote dans la zone nord, un effet bénéfique du phosphore sauf dans la tâche de Thiès et un effet du potassium croissant avec l'intensification. Quant au niébé, les résultats obtenus avant 1964 sur la fumure minérale furent difficiles à interpréter (NICOU, R., et P.F., POULAIN, 1967). Mais ces études avaient fait ressortir l'importance du phosphore, ce qui confirme la carence des sols sénégalais en cet élément.

Les essais courbes de réponse aux éléments NPKS ont été effectués à Bambey sur sol deck en 1964. En utilisant une variété semi érigée (58-185) les résultats suivants ont été obtenus (NICOU R., et P.F., POULAIN 1967).

Azote

N kg/ha	Témoin absolu		20	40	60	80	100
Rendement kg/ha	691	1 49	1601	1513	1593	1637	1465

Avec le témoin absolu donc sans aucune fumure minérale, le rendement en graines est faible : 691 kg contre 1649 kg pour la parcelle avec complément minéral mais ne recevant pas d'azote. L'effet de l'azote n'est pas visible.

Phosphore

P ₂ O ₅ kg/ha	Témoin absolu		40	80	120	160	200
Rendement kg/ha	847	1 08	1588	1706	1571	1556	1612

Le maximum de rendement est obtenu avec 80 kg de P₂O₅/ha. L'effet des doses est significatif.

Potassium

K ₂ O kg/ha	Témoin absolu		40	80	120	160	200
Rendement kg/ha	791	9 2	1191	1056	1317	1428	1466

Le gain de rendement dû au complément minéral sur le témoin absolu n'est pas significatif. Toutefois l'effet maximum du potassium est obtenu avec 80 kg de K₂O à l'hectare.

Soufre

S kg/ha	Témoin absolu	0	12	24	36	48	60
Rendement kg/ha	773	977	1043	998	986	1009	1041

Tous les traitements sont supérieurs au témoin absolu. Le maximum de rendement est atteint pour une dose de 12 kg de soufre/ha.

Ces études permettent de conclure que :

- Le niébé répond bien à une fumure minérale phospho-potassique ;

- Le soufre a un effet faible et les réponses à l'azote sont nulles.

Des études réalisées sur niébé et arachide sur sol dior à Thilmakha et à Bambey confirment les mêmes résultats sur la non réponse à l'azote (BADIANE, A.N., 1990).

Dans la vallée du fleuve, les essais de fumure minérale ont été effectués sur sol dior avec une variété rampante et une variété érigée. Dans cette zone, la pluviométrie étant faible (et irrégulière, les essais ont été conduits en factoriel avec 3 densités, (25 000, 50 000 et 100 000 poquets/ha), 3 niveaux de fertilisation : (0, 150 kg/ha de 3,3-20-20, et 350 kg/ha de 3,3-23-17) et 2 variétés de niébé (58-57 : variété rampante, très rustique et 58-75 : variété à port érigé et à haut potentiel de rendement). Ces études ont montré que la densité de semis détermine le rendement. Avec un apport d'engrais minéral : 3-23-17 à la dose de 350 kg/ha, les densités de 25 000 pieds/ha sont optimales et donnent les meilleurs rendements en graines.

Par ailleurs, les essais NPK effectués sur niébé dans la vallée du **Fleuve** Sénégal ont fait ressortir l'importance relative du phosphore et une faible importance de la potasse, tandis que l'effet de l'azote reste pratiquement nul.

Les travaux de NICOU, R., et P.F., POULAIN (1967) sur la fumure minérale du niébé, ont abouti sur la mise au point d'une formule complète pour la zone Centre du **Sénégal** : 4-16-24 à la dose de 250 kg/ha. En 1972, une nouvelle orientation, prenant en compte la grande variabilité des caractéristiques des sols, des niveaux de technicité, de capacités d'équipement et de moyens matériels, des exploitations, a abouti à l'établissement de trois niveaux d'intensification pour la culture du niébé (Tableau 5).

Tableau 5 : Niveau d'intensification et dose d'engrais pour différentes zones écologiques du Sénégal.

Zone	Culture	Niveau Fo		Niveau F1		Niveau F2	
		Formule	Dose kg/ha	Formule	Dose kg/ha	Formule	Dose kg/ha
Nord Louga	Niébé	10-10-8	150				
C.- Nord Thiès Bambey Diourbel	Niébé	6-20-10	150	Phosphatage de fond *		Phosphatage de fond	
				8-18-27	150	8-18-27	200
Sud et Est Sine-Saloum	Niébé	6-20-10	150	8-18-27	150	8-18-27	200
Sénégal-Oriental							

Source : CISSE, L. 1987

* = 400 kg/ha d phosphate Taïba

- le niveau F caractérisé par une fertilisation légère pour les systèmes de culture peu ou très faiblement mécanisés ;

- le niveau F1 ou niveau semi-intensif basé sur une fumure minérale forte et lié à la mise en oeuvre d'un ensemble de techniques culturales pour un système de culture semi-mécanisé.

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

La synthèse de ces travaux a été faite par CISSE, L., (1987).

Par ailleurs, DIOUF, T., (1987), considérant le coût élevé des engrais minéraux et la possibilité d'utiliser les ressources naturelles, avait envisagé pour la fertilisation du niébé, l'emploi des phosphates naturels et du fumier. Au bout de deux années d'étude, les résultats semblent indiquer que le niébé répond bien au phosphore tricalcique à la dose de 60 kg P₂O₅ à l'ha. Ces études montrent aussi que le fumier à la dose de 5 T/ha seul ou combiné à des doses variables de phosphore tricalcique (30 - 37,5 - 60 kg P₂O₅) donnent de bons rendements.

III.3 - Système de culture à base de niébé

Au Sénégal, 90 % des superficies emblavées en niébé se trouvent au Centre-Nord et Nord. Les rendements sont souvent faibles. Ceci peut être dû à une baisse de la fertilité des sols. Par ailleurs l'inadéquation des pratiques culturales, l'emploi de variétés non adaptées, la forte pression des insectes et des maladies contribuent à la baisse des rendements du niébé en champ paysan. Le labour de début ou de fin de cycle n'est pas pratiqué par les paysans,

111.3.1 - Culture pure de niébé

Elle a pris de l'essor cette dernière décennie et est essentiellement pratiquée dans les régions Centre-Nord et Nord du Sénégal. Les variétés qui sont utilisées sont insensibles à la photopériode avec des cycles court à intermédiaire. Les semis et les sarclobinages sont mécaniques, le plus souvent sans utilisation d'engrais.

111.3.2 - Culture dérobée

Elle est assez répandue dans la partie Sud des régions de Thiès, Diourbel et dans tout le Sine-Saloum. Les superficies qui y sont consacrées sont difficilement estimables ; en tout état de cause, elles ont tendance à augmenter lorsque les céréales ne réussissent pas.

Des recherches ont été effectuées sur la culture dérobée entre 1976 et 1980 (DANCETTE, C., 1981). La question fondamentale posée était de savoir comment utiliser au mieux les réserves hydriques du sol après une culture à cycle court. D'après DANCETTE, C., deux options sont possibles :

- pratiquer un labour de fin de cycle, ou,
- installer une culture dérobée.

Les résultats de 3 années de recherche semblent indiquer que la culture dérobée est plus avantageuse que le labour de fin de cycle dans les conditions de Bambey. L'intérêt de la culture dérobée est d'assurer en condition de bonne pluviométrie, une récolte correcte de mil et un gain supplémentaire en niébé. Au cas où la pluviométrie est déficitaire pour le mil, le paysan peut augmenter la superficie emblavée en niébé dérobé. Ce type de culture n'est pas envisageable pour le nord.

111.3.3 * Association niébé-céréale

Son intérêt pour le paysan est d'assurer une plus grande sécurité pour la production alimentaire. Dans les conditions marginales de pluviométrie, il avait été avancé que l'association entre une légumineuse et une céréale pourrait être bénéfique. Dans cette optique Claude DANCETTE (1984) a fait une étude de ce type d'association pendant six ans à la Station de Louga. La conclusion fondamentale qu'il tire de ces travaux est que l'association mil-niébé ne présente pas d'avantages dans la zone nord. Les mêmes types d'essais avaient été conduits dans la zone de Bambey avec des variétés à cycle précoce et/ou intermédiaire. Les variétés Ndiambour et TVX 1999-01F ont été les meilleures dans l'association. Bien que les rendements obtenus soient faibles pour l'association et la culture pure, l'association présente quant même un certain intérêt dans la zone de Bambey. Ces études devront se poursuivre et s'étendre dans la zone sud où la pluviométrie est plus importante.

111.3.4 - Culture double ou successive

Elle consiste à semer une espèce végétale et dès après sa récolte, la faire suivre par une autre culture. Pour que le système marche il faut nécessairement que la première culture ait un cycle suffisamment court pour permettre à la deuxième culture de profiter de l'humidité résiduelle pour terminer son cycle. L'étude sur le système de double culture a été effectuée à Bambey (DANCETTE, C., 1984). Un mil de cycle très court (60 à 70 jours) variété 54-54 a été utilisée et semée à un écartement de 0,8 m x 0,4 m. A la récolte du mil un niébk local photosensible (variété Ndout) a été semé. Les résultats montrent que les rendements aussi bien du mil que du niébk étaient très bas. Ceci n'avait rien de surprenant cette année là si l'on considère qu'il y avait une sécheresse de 50 jours durant la croissance végétative du mil. Il va s'en dire que la réussite d'une culture double (mil suivi de niébk) dépend du cycle de ces deux spéculations, mais aussi de la durée de l'hivernage et de la pluviométrie. La pluviométrie moyenne sur la période de 1921 à 1983 est de 500mm. Cette même moyenne est passée à 350 mm dans la période 1968 et 1983 (DANCETTE, C., 1984). Cette tendance à la baisse de la pluviométrie dans la zone de Bambey ne laisse pas beaucoup de chances pour la réussite de la culture successive. Le sud du Sine-saloum et la Casamance sont les régions où il serait possible d'effectuer ce type de culture.

ajout 1/5

III.4 - Fixation symbiotique d'azote

Le niébé a la capacité de se développer sur des sols pauvres. Ceci est dû au fait que le niébé peut fixer l'azote atmosphérique par le biais d'une association symbiotique efficace entre les racines de la plante et les Rhizobia spécifiques. Les études de TARDIEU, M., (1961) et TARDIEU M., et SENE D., (1962) avaient montré que l'inoculation n'avait pas abouti à une amélioration de la nodulation et de la fixation. Les résultats obtenus par BADIANE, A.N., (1988) ont confirmé ces conclusions. Seulement les études faites récemment par GUEYE, M., (1991) prouvent que l'inoculation avec la souche de Rhizobium MAO 286 isolée de la variété IS 86-279 induisait une augmentation du poids sec des nodules par rapport au témoin non inoculé ainsi qu'une augmentation du rendement en graines des variétés Ndiambour et de IS 86-283. Les poids secs des nodules étaient de 189 mg/10 plantes pour le témoin et 529 mg/10 plantes pour la variété IS 86-283 avec inoculation, tandis que les rendements passaient de 347 à 554 kg/ha, respectivement pour le témoin et la variété inoculée. Pour la variété Ndiambour, on relève un poids sec des nodules de 298 mg/10 plantes pour le témoin contre 610 mg/10 plantes pour le traitement inoculé alors que les rendements en graines variaient de 300 kg à 480 kg/ha, respectivement pour le témoin et le traitement inoculé. Certaines techniques culturales telles que l'apport du fumier et de la chaux peuvent contribuer à une amélioration de la nodulation et de la fixation symbiotique de l'azote chez le niébé (NDIAYE, M., 1985). L'association niébé-mil avait engendré une diminution du nombre et du poids sec de nodosités (NDIAYE, 1984). Une différence génétique existe entre les variétés en ce qui concerne l'association symbiotique avec les souches de Rhizobia indigènes. Pour l'instant, il convient donc de mieux fixer les études sur l'inoculation du niébé, car il semble que le niébé a besoin de l'azote contenu dans les formules vulgarisées durant le stade plantule.

III.5 - Niébé et valorisation des ressources pluviales

Le niébé est une légumineuse qui pousse bien dans les régions sèches du monde. C'est dire que les besoins en eau de cette culture sont réduits. Au Sénégal où la pluviométrie est très irrégulier-e et varie du Nord au Sud, le niébé peut constituer une culture importante aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation du bétail (graines et fanes). Les besoins en eau du niébé dépendent de sa constitution génétique mais aussi de l'environnement. Ainsi les besoins en eau d'une culture pure de niébé dans les conditions de Bambey ont été déterminés DANCETTE, C., (1981 et 1983). En 1975, les besoins en eau de la variété Bambey 21 ont été estimés à 335 mm pour une production de graines de 1320 kg/ha et de 4720 kg/ha de matière sèche aérienne. Par ailleurs les mêmes études ont été faites en utilisant la variété Ndiambour (DANCETTE, C., 1984). Pour des rendements moyens en graines de 2090 kg/ha il fallait une consommation en eau de 450 mm en 90 jours en 1978, et pour 2050 kg/ha il fallait une consommation en eau de 400 mm en 1979. Sur les sites de Bambey, Thilmakha et Louga, une expérimentation menée dans de bonnes conditions de fertilité en utilisant une densité optimale et des variétés sélectionnées et en pratiquant des traitements phytosanitaires mais dans des conditions de pluviométrie déficitaire. Il a permis à DANCETTE, C., (1984) d'établir une courbe de réponse à l'eau. Il en ressort que dans la zone de Louga, , il est possible avec 150 mm d'eau, d'obtenir un rendement de 600 à 700 kg/ha de graines, 1000 à 1100 kg/ha avec 200 mm et 1300 à 1400 kg/ha avec 300 mm. Les besoins en eau du niébé sont satisfaits avec 370 à 420 mm suivant les variétés.

Les besoins en eau sont fonction de l'évaporation (mesurée par un bac normalisé classe A) et du coefficient cultural (K), défini par le rapport :

$$K = \frac{ETM}{Ev. \text{ Bac}}$$

ETM = besoin en eau
Ev. Bac = Evaporation bac normalisé classe A

Ces études ont démontré que le niébé peut garantir une production en graines non négligeable même en conditions de faible pluviométrie et par conséquent il peut apporter une sécurité alimentaire plus grande que le mil durant les périodes de stress hydrique. L'adaptation du niébé à la sécheresse se fait par trois différents mécanismes agissant seul ou en synergie (HALL, A.E., 1981).

1 - La précocité permet à la plante d'arriver à maturité même en cas de raccourcissement de l'hivernage ou en cas de sécheresse en fin de cycle.

2 - Le développement important du système racinaire lui assure une alimentation hydrique correcte en période sèche.

3 - Le maintien par la plante de ses fonctions métaboliques essentielles même en cas de déficit hydrique.

IV - ANALYSE CRITIQUE DES ACQUIS

La culture du niébé tient une place essentielle dans l'effort visant à rechercher la sécurité alimentaire des populations. Seulement les superficies emblavées en cette légumineuse et les rendements obtenus par unité de surface sont encore relativement faibles. Néanmoins, les travaux faits jusque là sur le niébé, ont contribué à une meilleure connaissance de la plante et de ses besoins et aidé à la mise au point de techniques et systèmes de culture qui peuvent apporter une amélioration de la production, lorsqu'ils sont dûment appliqués. L'application correcte devrait permettre d'améliorer sensiblement les productions.

En effet il faut noter que les récentes recherches ont abouti à la création de variétés résistantes aux virus, au chancre bactérien, aux pucerons et brûches ainsi qu'au striga. Parallèlement des méthodes de lutte chimique contre les ravageurs de la culture ont été mises au point. Le stockage du niébé en fût hermétique et le traitement des récoltes à l'aide de la K-othrine permettent une bonne conservation du produit. Toutefois, le faible niveau d'organisation de la filière de commercialisation de cette légumineuse freine considérablement l'extension de sa culture.

Mais depuis le temps où certaines études ont été conduites, notamment au plan agronomique, les conditions du milieu physique (climat et sol) ont évolué. Aussi, les recommandations techniques en vigueur sont elles de moins en moins adaptées encore que certaines d'entre elles sont contradictoires et parfois imprécises. Ceci introduit de part la nécessité d'une revue critique des acquis dans cette discipline et d'une redéfinition de ces itinéraires techniques.

S'il est vrai que le niébé est moins exigeant en azote (NDIAYE M., 1987), il reste toujours que l'azote "starter" est nécessaire pour le développement initial de la culture. L'importance de la fumure phosphopotassique a été bien démontrée, mais jusqu'à présent les formules étudiées sur l'arachide sont appliquées sur le niébé. Les études sur la fumure organique et les phosphates naturels montrent que le niébé semble répondre à ces fumures, toutefois il reste à définir les doses optimales (DIOUF, T., 1987). Les écartements recommandés pour le niébé 'sont bien définis pour les variétés à port érigé : 50 cm x 25 cm soit 80 000 pieds/ha, or pour les variétés à port rampant, il n'y a pas de convergence de points de vue sur les écartements optima. Pour le semis mécanique, le disque de 8 trous est recommandé, mais il reste à définir la densité en fonction du port des variétés, de la grosseur des graines et de la localité. Les cultures dérobées ou les cultures associées mil/niébé ne sont pas adaptées dans la zone nord par contre elles présentent un grand intérêt dans la zone

centre nord. L'extension de la culture du niébé dans le sud doit être raisonnée par rapport aux différentes céréales qui y sont cultivées. Les besoins en eau du niébé sont bien déterminés pour les différentes variétés dans les zones nord et centre nord. Ces besoins se situent dans l'intervalle de 335 à 450 mm pour une production optimum de graines de 1300 à 2000 kg/ha. Dans le souci de trouver des systèmes de cultures durables pour le paysan, une étude de l'association variétale entre deux variétés de niébé à morphologie et physiologie différentes, a été entreprise (THIAW, s., 1990).

V - ETUDE DE L'ASSOCIATION VARIETALE EN TANT QUE FACTEUR DE STABILITE DU RENDEMENT

Elle consiste à semer deux ou plusieurs variétés de la même espèce en lignes alternées dans un même champ. La réalisation de ce système de culture implique que les variétés combinées aient une morphologie et une physiologie différentes.

Les études préliminaires sur l'association variétale de niébé à Bambey visaient trois objectifs (DIOUF, T., 1987) :

- 1 - Sécurisation de la production de graines et de fanes
- 2 - Réduction du volume de travail
- 3 - Production de niébé durant la période de soudure par la variété précoce et une autre production de graines par la variété à cycle intermédiaire pour la saison sèche.

Les résultats de ces études effectuées entre 1984 et 1986 ont montré qu'à Bambey, l'association variétale de niébé pouvait présenter un certain avantage.

Des essais d'associations variétales ont également été menées à Bambey par DIAGNE M., (1986). En première année, ces études sur l'association variétale de niébé effectuées à Bambey montrent que l'intérêt de l'association ne fut pas évidente contrairement à la deuxième année, où des gains de

rendements de 20 % de graines et 40 % de fanes ont été enregistrés comparativement à la culture pure. Ces études effectuées à Bambey nécessitent d'être étendues à la zone nord où la culture pure de niébé est plus développée.

V.I - Matériel et méthodes

V.1.1 - Conditions climatiques

La pluviométrie de 1988 et 1989 dans les sites d'implantation des essais est indiquée dans le tableau 6. La comparaison de la quantité d'eau tombée et de l'évaporation décadaire montre que la pluviométrie était suffisante pour supporter une culture pendant 70 jours à Bambey, alors qu'à Louga elle ne peut que supporter une culture de 60 jours en 1988. En 1989, les précipitations étant plus abondantes, les variétés de niébé à cycle intermédiaire pouvaient boucler leur cycle. Mais une période de sécheresse de 20 jours intervenue à Louga durant la période de floraison, a beaucoup affecté les rendements. Comparé à Louga, Thilmakha avait reçu moins d'eau (-33 mm) en 1988 et plus d'eau (+80mm) en 1989.

L'évaporation du bac normalisé classe A était à Bambey en moyenne de 6,4 mm en 1988 et 6,1 mm en 1989. A Louga, les valeurs ont atteint respectivement 6 mm et 6,1 mm. Le niveau relativement élevé de la demande évaporative peut engendrer une augmentation des besoins en eau du niébé. Durant ces deux années, les températures moyennes maxima et minima étaient respectivement de 33°C et 24°C à Bambey et 34°C et 24°C à Louga. L'effet des températures moyennes élevées sur le niébé peut provoquer une chute excessive des boutons floraux, causant ainsi une réduction du rendement en graines.

Tableau 6 : Dates de semis et de récolte et pluviométrie à Bambey, Louga et Thilmakha en 1988 et 1989.

Sites	Années	Pluviométrie		Dates	
		(mm)	Jours	Semis	Récolte
Bambey	1988	639	50	4-08-88	04-10-88
Thilmakha	"	409	33	4-08-88	05-10-88
Louga	"	442	32	30-7-138	14-10-88
Bambey	1989	805	42	28-6-89	15-09-89
Thilmakha	"	550	34	8-07-89	20-09-89
Louga	"	470	31	8-07-139	30-09-89

v.1.2 - Condition d'exécution de l'essai

A Bambey, on trouve de sols ferrugineux tropicaux peu lessivés appelés localement Dior avec une faible capacité de rétention en eau. A Louga et à Thilmakha la **capacité** de rétention des sols est encore plus faible. Le pH des sols est neutre à acide dans les zones étudiées, Louga et Thilmakha ayant des sols plus acide qu'à Bambey.

Six variétés de niébé et deux associations variétales représentant ensemble huit traitements, ont été étudiés. Le dispositif utilisé est de type split-plot avec comme parcelle principale les variétés et comme parcelle secondaire, les 2 niveaux d'engrais (avec et sans apport de 150 **kg/ha** de 6-20-10). La parcelle principale comporte 12 lignes de 5 m de long avec un écartement de 50 cm entre les lignes et 50 cm entre les **poquets** pour les variétés rampantes. Les **variétés** précoces à port érigé sont semées à un écartement de 25 cm entre les poquets. La première association consiste en une ligne de Bambey 21 (variété à cycle court et port érigé), alternée à une ligne de 58-57 (variété à cycle intermédiaire avec un port rampant). La deuxième est une association de CB5 (variété à cycle court et port érigé) et de 58-57. Les 4 lignes centrales de chaque sous-parcelle étaient **récoltées** pour déterminer le poids sec des fanes et des graines.

Avant l'épandage de l'engrais 6-20-10, des échantillons de sol ont été **prélevés** sur les parcelles à 20 cm de profondeur pour la détermination de la concentration des éléments N, **P205** et K20. Une des sous-parcelles a reçu de l'engrais épandu à la volée. Pour l'analyse de N, P, K et de certains oligo-éléments, des échantillons ont été prélevés en choisissant des feuilles en plein développement entre le 35e et le 40e jour après le semis. A la **récolte** le nombre de pédoncules et gousses par plant ainsi que le nombre de gousses par pédoncule ont été déterminés sur les variétés Bambey 21, CB5 et 58-57.

V.2 - Résultats et discussions

v.2.1 - Réponse à la fertilisation

L'analyse de sols de départ avait montré une faible concentration de l'azote et du phosphore total à Thilmakha. Les teneurs obtenues à Louga furent plus faibles qu'à Bambey. Aucune différence significative n'a été relevée entre les parcelles fertilisées et celles non fertilisées pour la concentration en éléments minéraux dans les feuilles. Par contre une différence significative a été enregistrée entre les différentes localités pour ces mêmes éléments sauf pour le phosphore, (Tableau 7).

Toutefois, l'utilisation des engrais minéraux a induit une augmentation de la production de graines et de matière sèche par rapport au témoin non fertilisé à Louga et Thilmakha, mais pas à Bambey, (Tableau 8).

Tableau 7 : Eléments minéraux dans le limbe de la feuille de niébé

Sites	Eléments minéraux				k. P.		N
	Mn	Fe	Zn	Cu	g/kg		
Bambey	281	145	28	12	13,1	3,2	55,7
Louga	488	260	30	9	12,0	3,3	41,1
Thilmakha	477	134	24	8	8,2	2,2	37,7
LSD (0,05)	70 **	31 **	2 **	2 **	1,0 **	ns	16,7 *

* = Significatif à P = 0,05

** = Significatif à p = 0,01

ns = Non significatif

Tableau 8 : Analyse du rendement moyen en graines pour les divers traitements dans trois localités kg/ha.

Traitement	Bambey		Thilmakha		Louga	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989
Témoin	1394	1334	671	599	616	501
avec engrais	1438	1399	930	933	878	575
différence rendement	44	65	259	334	262	74
effet fertilité	ns	ns	**	**	**	*
LSD			67	53	60	54
Génotype x Fertilité	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* = significatif à P = 0,05

** = significatif à P = 0,01

ns = non significatif

En conséquence, l'augmentation du rendement constate à Thilmakha et Louga peut être due au supplément de 9 kg d'azote contenu dans l'engrais épandu. Agboola (1978) a démontré que le niébé peut répondre à une application de 10 kg/ha d'azote quand le pourcentage de la matière organique du sol est faible (inférieur à 1 %). Nous avons estimé le pourcentage de la matière organique à 0,66 %, 0,36 % et 0,38 % respectivement à Bambey, Louga et Thilmakha. L'interaction génotype x fertilité n'était significative dans aucune localité aussi bien pour les graines que pour les fanes. Ce qui permet de penser que les essais 'visant à évaluer les variétés ou l'association variétale doivent donner le même classement des variétés avec ou sans engrais.

V.2.2 - Rendement en graines et fanes

Le rendement global en graines et fanes s'est avéré plus élevé à Bambey en 1988 et 1989 qu'à Thilmakha et Louga. Une corrélation positive a été relevée entre le rendement en biomasse et la pluviométrie ($r^2 = 0,93$. $P = 0,002$) ; ce qui atteste que le rendement élevé obtenu à Bambey est à associer à une pluviométrie plus favorable. Il reste bien entendu que le meilleur rendement en graines du site de Bambey pouvait en partie, être attribué à la meilleure fertilité du sol. Malgré la bonne pluviométrie de 1989, les rendements du niébé étaient meilleurs en 1988 dans toutes les stations. La bonne distribution des pluies de 1988 a probablement joué un rôle déterminant dans la production de graines et de fanes. La pression des insectes et des maladies a été également différente d'une station à une autre. A Bambey, une forte attaque de pucerons avait déterminé les infections de virus constatées sur les variétés sensibles 58-57 et Ndiambour en 1988, tandis qu'à Louga et Thilmakha, l'attaque des Amsactas a été très sévère en 1989.

Une différence significative a été relevée entre les différents traitements pour la production de graines sauf à Thilmakha et Louga (tableau 9).

Tableau 9 : Rendement moyen en graines dans trois localités de la zone Centre Nord du Sénégal (kg/ha)

Traitement	1988			1989		
	Bambey	Thilmakha	Louga	Bambey	Thilmakha	Louga
58-57	1171	697	831	900	834	672
Ndiambour	1515	910	894	1421	659	491
Mougne	1220	662	750	1479	669	478
TVX 3236	1472	450	375	2184	669	550
Bambey 21	1416	657	600	1783	678	450
CB5	1580	890	719	879	637	316
58-57/ Bambey 21	1346	1010	769	1172	1184	625
58-57/CB5	1607	1127	1025	1167	797	722
Moyenne	1416	801	745	1367	766	538
LSD (0,05)	266	334	323	368	ns	ns
niveau de significa- tion	*	**	*	**	ns	ns

* = significatif à P = 0,05

** = significatif à P = 0,01

n.s = non significatif

A Bambey les rendements les plus élevés en graines ont été obtenus avec la culture pure de TVX 3236 (une variété à port intermédiaire), et Bambey 21. L'interaction entre génotype x année s'est révélée hautement significative à Bambey pour la production de graines et de fanes. La valeur du rendement moyen à travers les stations montre que l'association variétale avait fourni un rendement élevé en graines.

Pour la production de fanes (tableau 10), on note une différence significative entre les traitements sauf à Louga en 1988. Les rendements en fanes obtenus avec Ndiambour en culture pure à Bambey sont élevés, tandis que pour l'association, le rendement en fanes était intermédiaire. L'analyse des résultats obtenus à Louga et Thilmakha montre que le rendement moyen en fanes est plus élevé pour l'association variétale que pour les cultures pures de Bambey 21 et CB5. Ces résultats montrent que dans les conditions où l'eau et la fertilité des sols constituent des facteurs limitants, comme c'est le cas de Louga et Thilmakha, l'association variétale peut donner des rendements meilleurs en graines et en fanes comparée à la culture pure des variétés érigées et rampantes. Par contre à Bambey où la fertilité des sols est meilleure et où la pluviométrie est plus abondante, comparativement aux deux sites, l'association entre 2 variétés de niébé à cycle et port différents ne s'est pas révélée aussi productive que la meilleure culture pure et sa mise en oeuvre introduit un surcroît de travail du fait d'un développement végétatif trop important.

Tableau 10 : Rendement moyen de graines et de fanes à (Bambey, Louga et Thilmakha) en 1988 et 1989

Traitement	Localité			
	Bambey		Thilmakha + Louga	
	Graines	Fanes	Graines	Fanes
58-57	1036	3674	758	766
Ndiambour	1468	4388	738	908
Mougne	1349	3982	639	752
TVX 3236	1828	3998	510	495
Bambey 21	1600	2842	596	740
CB5	1230	2276	640	615
58-57/Bambey 21	1259	3500	896	1100
58-57/CB5	1387	3872	917	952
Moyenne	1391	3567	712	787
LSD (0,05)	233	818	130	122
Gen. x Year	**	**		
Gen. x Locat.		-	ns	ns

** = significative à P = 0,01

n.S = non significative à P = 0,05

L'analyse des composantes du rendement pour trois cultivars 58-57, Bambey 21 et CB5 mesurée dans les trois localités montre que les rendements élevés enregistrés à Bambey peuvent être associés à un plus grand nombre de pédoncules et de gousses. La différence entre le nombre de gousses par pédoncule n'est pas significative entre les localités, bien que les études de ZISKA et HALL (1983) fassent état d'une association positive entre le rendement en graines et le nombre de gousses par pédoncule.

v.2.3 - Surface équivalente (S.E) ou Land use equivalency ratio (LER) et efficience biologique ou Area x Time Equivalency Ratio (ATER).

HIEBSCH C.K, et McCOLLUM R.E, (1987) avaient défini ces deux termes, la surface équivalente (SE) et l'efficience biologique (ATER), comme devant servir à mesurer la productivité d'une association culturale.

$$SE (LER) = \frac{R_{1a}}{R_{1p}} + \frac{R_{2a}}{R_{2p}}$$

Ra = Rendement par unité de surface d'une espèce végétale dans l'association

Rp = Rendement par unité de surface de la même espèce en culture pure.

La valeur moyenne de S.E indique la superficie qu'il faut emblaver en culture pure pour obtenir le même rendement que les espèces mises en association. Par exemple pour 2 espèces mises en association, une valeur de SE = 1,20 signifie que pour obtenir le même rendement que dans l'association, il faut emblaver 20 % plus de terre des 2 espèces.

Pour chaque composante de l'association $\frac{R_a}{R_p}$ représente la surface équivalente partielle (S.E.P).

SE tient compte seulement de la surface dans l'expression du rendement, tandis que ATER ajoute une autre dimension dans son expression qui est la durée d'occupation de la terre par les espèces mises en culture. Ainsi les auteurs estiment que ATER exprime bien l'efficience biologique de l'association surtout quand la différence de cycle entre les espèces associées est grande.

$$ATER = \frac{R_{1a}}{R_{1p}} \times \frac{t_{1p}}{t_a} + \frac{R_{2a}}{R_{2p}} \times \frac{t_{2p}}{t_a}$$

tp = cycle **semis/maturité** de chaque composante de l'association,

ta = cycle semis/maturité du système d'association.

La valeur moyenne de S.E **relevée** dans ces essais montre **que** pour les graines et les fanes, l'efficacité d'utilisation de la terre par l'association était de 50 % et 57 % plus grande que celle de la culture pure à Thilmakha (Tableau 11). A Louga, cette efficacité tombait à 30 % et 43 % respectivement pour les graines et les fanes. L'avantage de l'association était moins évident à Bambey. Les raisons de l'avantage de l'association sur la culture pure en condition de stress ne sont pas bien connues.

Aucune différence dans les valeurs de S.E n'a été observée entre les parcelles fertilisées et les témoins. HIEBSCH, C.K., et McCOLLUM, R.E., (1987) avaient aussi montré **que** sous des sols peu fertiles, la S.E., avait tendance à augmenter.

A Louga et Thilmakha, l'efficience biologique était élevée ; tandis qu'à Bambey la valeur de ATER était voisine de l'unité aussi bien pour les graines que pour les fanes. Ce qui indique une faible efficience biologique. Ces résultats montrent que l'association entre deux variétés de niébé peut être avantageuse dans les zones de Thilmakha et Louga, mais à Bambey, l'avantage dû à l'association semble moins évident.

Tableau 11 : Valeur de la SE et de ATER pour les graines et les fanes

Localité	Associa- tion	S E.		ATER	
		Graines	Fanes	Graines	Fanes
Bambey	58-57/B21	1,05	1,07	0,97	0,98
	58-57/CB5	1,25	1,37	1,10	1,15
	Moyenne	1,15	1,22	1,03	1,06
	LSD (0,05)	0,19	ns	-	-
Thilmakha	58-57/B21	1,64	1,67	1,47	1,57
	58-57/CB5	1,38	1,50	1,14	1,32
	Moyenne	1,50	1,57	1,30	1,44
	LSD (0,05)	ns	ns	-	-
Louga	58-57/B21	1,12	1,47	1,06	1,32
	58-57/CB5	1,48	1,40	1,21	1,24
	Moyenne	1,30	1,43	1,13	1,28
	LSD (0,05)	0,33	ns	-	-

La surface équivalente partielle indique la contribution de chaque **variété** de l'association dans la surface équivalente totale. Ainsi, en 1988, à Bambey et Thilmakha la S.E. partielle pour les graines était plus élevée pour les variétés érigées (Bambey 21 et CB5) que pour les rampantes.

En 1989, c'était la variété à cycle intermédiaire qui avait la S.E partielle la plus élevée dans toutes les localités. Dans 19 cas sur 24, la S.E partielle était supérieure à 0,5, ce qui indique une bonne contribution des deux variétés dans la valeur totale de la S.E.

Pour les fanes, la S.E partielle indiquait que dans la plupart des cas, toutes les variétés contribuaient substantiellement à la S.E. totale de l'association à Thilmakha et Louga en 1988 et 1989. Les résultats ne semblaient pas indiquer cependant, une baisse de la S.E. partielle de la variété érigée du fait de l'effet de compétition de la variété rampante.

Les résultats présentés dans les tableaux 12 et 13 montrent que la variété à cycle intermédiaire contribuait en majorité pour le rendement en graines et fanes en 1989 dans toutes les localités. Mais en 1988, la variété précoce contribuait plus au rendement final en graines dans pratiquement tous les cas. Donc en 1989, la sécheresse à Louga et Thilmakha, durant la phase végétative avait dû affecter la variété précoce, ce qui avait donné un avantage de rendement à la variété à cycle intermédiaire. Au contraire le faible rendement de la 58-57 en 1988 pouvait être occasionné par l'infection causée par les virus. Les valeurs de la SEP varient d'une année à l'autre pour les variétés utilisées. Certaines années c'est la variété précoce à port érigé qui a la plus grande Surface Equivalente Partielle (SEP) comme c'est le cas en 1988, alors qu'en 1989, c'est la variété à cycle intermédiaire à port rampant qui a la SEP la plus élevée aussi bien pour les graines que pour les fanes (Tableaux 12 et 13). Pour le rendement total, la contribution des variétés diffère également d'une année à l'autre. Ce comportement des variétés indique une différence de réponse au stress. Quand, dans une association, une des variétés est affectée durant le développement végétatif ou la phase reproductive, l'autre variété peut alors échapper parce qu'ayant une physiologie et une morphologie différentes. Par ce mécanisme, nous pensons que l'association variétale peut améliorer la stabilité des rendements plus que dans un système de culture pure.

Tableau 12 : Surface équivalente partielle pour les graines de diverses variétés de niébé cultivées en association pendant deux ans dans trois localités.

Localité	années	Association variétale			
		58-57/B21		58-57/CB5	
		58-57	B21	58-57	CB5
Bambey	1988	0,45*(39)	0,59	0,48 (35)	0,66
	1989	0,71 (54)	0,30	0,73 (59)	0,54
Thilmakha	1988	0,66 (46)	0,82	0,60 (31)	0,87
	1989	0,82 (57)	0,77	0,66 (63)	0,43
Louga	1988	0,54 (58)	0,55	0,61 (48)	0,60
	1989	0,62 (67)	0,48	0,75 (ai)	0,43

* = surface équivalente partielle

() = indique le pourcentage de la contribution de la variété rampante de cycle intermédiaire (58-57) au rendement total de l'association.

Tableau 13 : Surface équivalente pour les fanes de diverses variétés de niébé cultivées en association pendant deux ans dans trois localités.

Localité	année	Association variétale			
		58-57/B21		58-57/CB5	
		58-57	B21	58-57	CB5
Bambey	1988	0,34*(38)	0,55	0,39 (35)	0,78
	1989	0,66 (66)	0,50	0,76 (74)	0,80
Thilmakha	1988	0,93 (43)	0,83	0,74 (46)	0,80
	1989	0,73 (57)	0,75	0,77 (73)	0,53
Louga	1988	0,55 (42)	0,64	0,68 (38)	0,89
	1989	0,69 (52)	0,84	0,85 (86)	0,22

* = surface équivalente partielle

() = chiffre dans la parenthèse indique le pourcentage de la contribution de la variété rampante à cycle intermédiaire (58-57) au rendement total de l'association.

V.2.4 - Analyse de stabilité de rendement et adaptation variétale

L'analyse par la méthode de régression linéaire a été faite en prenant la moyenne du rendement de chaque variété dans chaque localité comme la variable Y et le rendement moyen de tous les **cultivars** dans chaque environnement comme un "indice de l'environnement". Cet indice de l'environnement représente la variable X. Chaque localité est considérée comme un environnement pour une année donnée. Donc les trois localités considérées chacune pendant deux années constituent un total de six environnements.

Tableau 14 : Analyse de stabilité pour le rendement en graines.

Traitement	Rendement moyen a kg/ha		b	s . b	r2
58-57	851	461	0,42	0,13	0,70
Ndiambour	982	- 48	1,10	0,13	0,95
Mougne	876	- 81	1,02	0,15	0,92
TVX 3236	950	-714	1,77	0,46	0,79
Bambey 21	931	-402	1,42	0,21	0,92
CB5	837	- 64	0,96	0,32	0,69
58-57/B.21	1018	446	0,61	0,22	0,65
58-57/CB5	1065	406	0,70	0,25	0,66

a = interception de y

b = coefficient de régression (pente)

S.b = erreur standard de la pente (b)

r2 = coefficient de détermination

Tableau 15 : Analyse de stabilité pour le rendement en fanes

Traitement	Rendement moyen kg/ha	a	b	s.b	r ²
58-57	1729	-183	1,10	0,07	0,99
Ndiambour	2069	- 63	1,24	0,03	0,99
Mougne	1829	-141	1,15	0,03	0,99
TVX 3236	1679	-447	1,24	0,102	0,99
Bambey 21	1441	293	0,67	0,09	0,94
CB5	1157	257	0,52	0,08	0,92
58-57/B.21	1900	241	0,97	0,10	0,95
58-57/CB5	1926	46	1,10	0,05	0,98

a = interception de Y

b = coefficient de régression (pente)

S.b = erreur standard de la pente

r² = coefficient de détermination

Les valeurs élevées du coefficient de détermination montrent que la méthode de régression linéaire utilisée est adéquate aussi bien pour les rendements en graines que pour les rendements en fanes. Les résultats de l'analyse de stabilité pour les graines sont également présentés dans la figure 1 où l'on peut relever que la variété 58-57 et les deux associations variétales 58-57/B21 et 58-57/CB5 ont un coefficient de régression faible. Or d'après FINLAY et WILKINSON (1963) un coefficient de régression faible indique une adaptation dans différents environnements comportant un stress. De même la grandeur de l'interception (a) représente la performance relative du rendement dans des environnements comportant des stress. La variété 58-57 et les deux associations variétales présentent alors une grande stabilité, les associations ayant en plus un rendement moyen élevé sont plus adaptées que la variété populaire 58-57. Les variétés TVX 3236 et Bambey 21 possédant des coefficients de régression

élevés sont très instables : elles peuvent donner de bons rendements si les conditions de culture sont favorables, mais dans le cas contraire, les rendements peuvent être très bas. Les variétés Ndiambour, CB5 et Mougne, ayant des coefficients de régression voisin de l'unité ont une adaptation moyenne. Mougne et CB5, dont les rendements sont en dessous de la moyenne ont tendance à avoir une bonne adaptation dans des environnements défavorables, La variété Ndiambour, par contre a une adaptation meilleure lorsque les conditions de l'environnement sont plus favorables. Cette analyse montre qu'au point de vue de la production de graines, la variété 58-57 et les associations variétales étaient mieux adaptées et plus stables que les autres variétés. En plus de leur stabilité, les deux associations variétales avaient aussi produit un rendement plus élevé en graines.

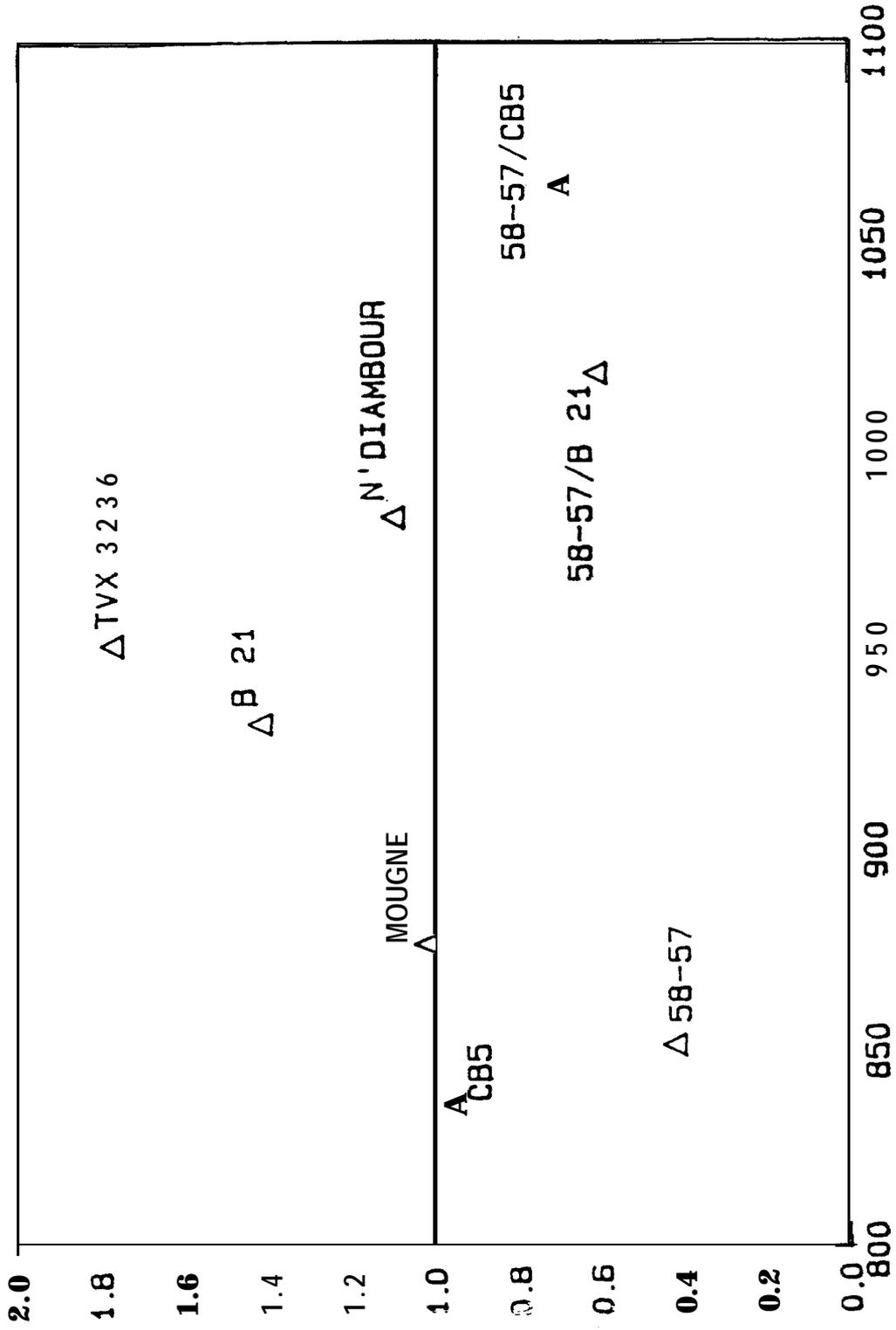
Pour la production de fanes (tableau 15 et fig. 2), on note que les variétés qui ont la plus grande interception ont les rendements les plus faibles, et les coefficients de régression les plus bas. Ces variétés qui sont Bambey 21 et CB5 sont alors considérées comme étant stables ; mais se caractérisent toutefois par une faible production en fanes dans les environnements étudiés. La variété 58-57 et les 2 associations variétales 58-57/B21 et 58-57/CB5 ont des coefficients de régression respectifs de 1,1, 0,97 et 1,1. Ces valeurs élevées du rendement moyen en fanes indiquent une bonne adaptation dans les différents environnements rencontrés. Selon la méthode de régression linéaire, toute variété ayant un coefficient de régression élevé est instable ; c'est le cas des variétés Ndiambour, Mougne et TVX 3236. De telles variétés sont surtout intéressantes pour l'agriculteur qui maîtrise les conditions de production notamment pour ce qui concerne l'alimentation en eau et la disponibilité d'engrais. Dans le cas d'une agriculture aléatoire extensive, le paysan aurait plus de garantie en optant pour la variété 58-57 et les associations pour ce qui concerne la production de fanes.

v.3 - Conclusion sur l'association variétale de niébé

Cette étude a montré que l'association entre une variété de niébé à port érigé et cycle court et une variété à port rampant à cycle intermédiaire est plus productive que la culture pure de ces variétés dans les zones sèches où les sols sont peu fertiles. Dans les zones de Thilmakha et Louga, les paysans utilisant les deux variétés de niébé en culture pure, devront emblaver plus de terre pour obtenir le même rendement que les paysans qui font la culture associée. Ce système de culture produit non seulement des rendements plus élevés en graines et fanes que la culture pure, mais assure également une stabilité de rendement au-dessus de la moyenne.

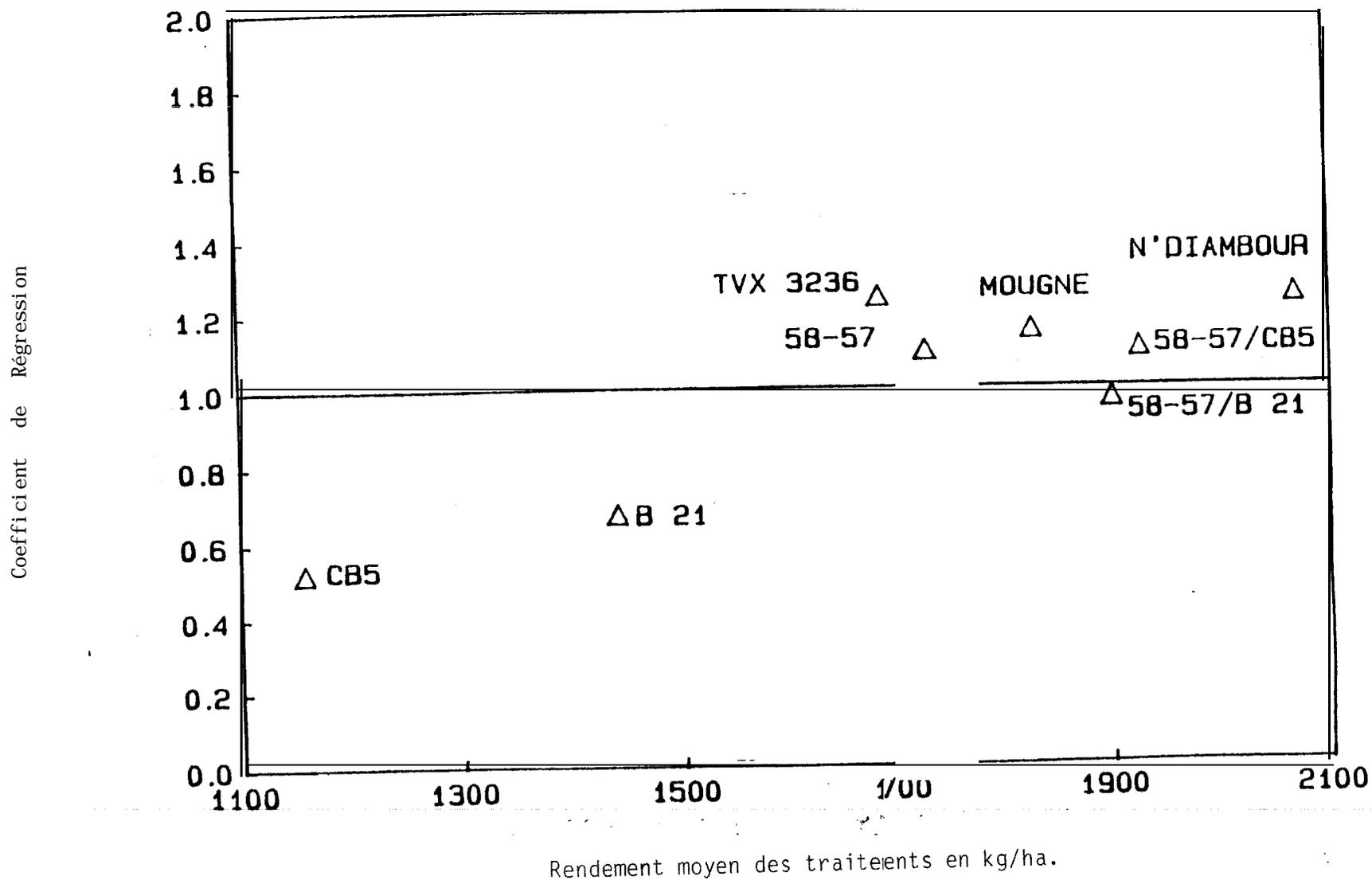
Cependant, il faut admettre qu'il peut y avoir des difficultés dans l'adoption d'un tel système cultural à savoir : le semis des variétés en lignes alternées, le risque de mélange des gousses à la récolte et les difficultés des sarclobinages.

en fonction du rendement moyen en grammes par hectare dans tous les environnements.



Rendement moyen des traitements en kg/ha.

Fig. 2 : Adaptation du niébé au milieu. GRAPHE du coefficient de régression en ordonnée sur le rendement moyen en fanes des traitements dans tous les environnements.



CONCLUSIONS GENERALES

Au Sénégal, le niébé représente la deuxième légumineuse après l'arachide et sa culture couvre toutes les zones agroécologiques du pays. La diminution de la pluviométrie durant cette dernière décennie, fait que le niébé est semé dès les premières pluies utiles. Les variétés de différentes photopériodicités sont utilisées dans les différents types de climat. Le niébé est adapté aux sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés. Il répond bien au semis précoce dans les régions centre Nord et Nord ; dans les régions Sud les semis peuvent être décalés. Les densités optimales de semis dépendent des variétés, de la fertilité du sol et de la pluviométrie. Le niébé répond bien à la fumure phosphopotassique. L'azote peut être apporté en petite quantité pour aider la plante à se développer durant les premiers stades de la croissance. Les systèmes de culture à base de niébé (niébé/céréale) présentent un certain intérêt mais les études devront se poursuivre en vue d'aboutir à de meilleures recommandations. L'association variétale entre deux variétés de niébé à cycles et ports différents s'est révélée plus stable et plus productive que la culture pure de deux variétés. Les besoins en eau du niébé sont faibles, et dépendent des variétés et des conditions climatiques. Ce qui fait l'intérêt de cette légumineuse, c'est qu'elle entretient une association avec les rhyzobia spécifiques du sol pour couvrir ses besoins en azote. De ce fait son inoculation ne semble pas nécessaire.

Le présent rapport nous a permis de faire le point des acquis de la recherche sur le niébé. C'est à partir de ces données que nous tenterons de dégager quelques axes de recherches visant pour l'essentiel à améliorer le cadre global de production de cette intéressante culture de diversification.

VI.1 - PERPECTIVES

Une des voies d'amélioration de la production du niébé consiste dans le développement de la culture pure ainsi que dans la pratique de l'association variétale dans le centre Nord et Nord du bassin arachidier. Dans les zones Sud et Centre Sud du pays, le niébé pourrait parfaitement s'insérer dans les systèmes de culture.

Une autre action susceptible d'aider à promouvoir cette culture consiste à accroître le rendement par unité de surface en milieu paysan en utilisant des variétés sélectionnées plus performantes ayant une résistance contre certains insectes et certaines maladies, et en mettant en oeuvre des techniques culturales appropriées.

Le niébé en tant que culture d'appui n'est pas destiné à remplacer le mil ou l'arachide là où ces spéculations ont du mal à se développer. Dans un souci d'équilibre nutritionnel, il serait souhaitable que cette légumineuse dont la teneur en protéines varie entre 22 et 25 % puisse jouer un rôle important, en mélange avec les céréales, dans la satisfaction des besoins alimentaires des populations.

La recherche a le rôle et le pouvoir d'apporter des innovations mais en même temps, elle doit tenir compte des exigences du paysan. Pour ce faire, le programme de phytotechnie tente d'inscrire son action dans un contexte pluridisciplinaire impliquant les chercheurs du programme Gestion de Ressources Naturelles et Systèmes de Production.

VII.1 - Techniques culturales

Le changement des conditions pédo-climatiques nécessite une étude encore détaillée de certains itinéraires techniques. La création de nouvelles variétés milite en faveur d'une étude plus systématique de l'adaptation variétale dans les différentes zones écologiques.

VII.1.1 - Densité de semis

C'est une question fondamentale qui est toujours posée lors des rencontres entre la recherche, le développement et les agriculteurs. Des études se feront pour confirmer la densité optimale en fonction du port (variétés rampantes et érigées), de la sensibilité à la photopériode et des zones de culture. La fertilité des sols et l'augmentation de la pluviométrie peuvent influencer la densité de peuplement d'une espèce végétale cultivée. Cette étude se fera en tenant compte de l'utilisation d'un disque arachide modifié.

VII.1.2 - Date de semis

Les études faites sur les contraintes climatiques préconisent un semis du niébé dès la première pluie utile dans la région Nord et Centre Nord.

L'extension de la culture du niébé vers le sud et dans le cadre des systèmes de culture des zones du Sud et de l'Est devra se faire dans le respect des contraintes du calendrier cultural, en vue de déterminer la date optimale de semis.

VII.1.3 - Fertilisation

L'extension de la culture du niébé dans les zones à faible niveau de fertilité ne doit pas se faire sans utilisation de l'engrais minéral et organique et de l'amendement calcaïque.

Si l'utilisation de l'engrais azoté a eu un faible effet sur la culture du niébé, les amendements organiques et la fumure phospho-potassique ont révélé un effet bénéfique sur la production. Les études dans ce sens devront être poursuivies.

VII.2 - Systèmes de culture

VII.2.1 - Culture Pure

Cette étude se fera, en mettant l'accent sur la zone centre nord et en faisant intervenir les résultats des études sur les techniques culturales. Ce travail demandera une collaboration avec l'équipe de la défense des cultures pour mieux identifier les maladies et les insectes du niébé, et préconiser les moyens de lutte les plus appropriés contre ces parasites et ravageurs. Il reste bien entendu qu'au niveau de la sélection, le travail actuel sera poursuivi pour l'obtention d'autres variétés résistantes aux maladies et aux insectes.

VII.2.2 - Association culturale à base de niébé

- Dans les zones de Bambey et Thiès, l'étude de l'association mil/niébé se fera en même temps que la culture dérobée.

- Dans la zone Centre-Sud, à cause de la coexistence du mil, du maïs et du sorgho, l'on tentera de mettre en place un système de culture impliquant le niébé et les céréales. Cette recherche sera menée en collaboration avec les agronomes travaillant sur ces cultures.

VIII.3 - Adaptation au milieu

L'interaction génotype environnement étant très significative sur le niébé, dans le futur, les recherches pourront porter sur :

- L'effet de la température sur l'abscission florale, donc sur les constantes de rendement du niébé.

- Les caractères d'adaptation à la sécheresse tels que le retard de la senescence des feuilles et l'enracinement du niébé.

L'efficience de l'utilisation de l'eau par mesure directe, ou indirecte au moyen de la méthode de discrimination au carbone 13.

VIII.4 - Parasitisme

Etant donné l'importance des parasites sur le niébé, l'adoption de techniques culturales appropriées pourra contribuer à réduire d'une manière sensible, en plus des moyens de lutte chimique, les dégâts causés par les insectes. Connaissant la biologie des insectes et des autres agents pathogènes, on peut étudier l'effet des dates de semis sur la sensibilité des variétés aux parasites. Les dates de récolte et la durée de séchage des gousses peuvent contribuer à atténuer les attaques des parasites en particulier celles des bruches. Donc en principe toutes les techniques culturales susceptibles de réduire les dégâts des parasites pourront être étudiées.

VII.5 - Stockage et conservation

Ce volet est très important pour le développement de la culture du niébé au Sénégal. Il est bien beau d'accroître la superficie et le rendement du niébé, mais les principales techniques de conservation et de stockage doivent être profondément étudiées en relation avec l'équipe technique post-récolte, en vue de solutions pour lever ces contraintes.

BIBLIOGRAPHIE

1 - AGBOOLA, A.A, 1978

Influence of soil organic matter on cowpea's response to N fertilizer. Agro. J. 70. pp. 25-28.

2 - BADIANE, A.N. 1988

Quantification de la fixation de N₂ du Niébé. Projet AIEA sur SEN/5/018. Rapport Annuel du Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et l'Economie Rurale, pp. 28-30.

3 - BADIANE, A.N. 1990

Measuring Nitrogen fixed by different cowpea and groundnut varieties using Nitrogen 15 techniques Paper presented at the fourth conference of the AABNF on Biological Nitrogen fixation and sustainability of Tropical agriculture - I.I.T.A. IBADAN 25-29 Sept. 90. 12p.

4 - BEYE, G. 1977

Dégradation des sols au Sénégal : situation actuelle et perspective. ISRA. Janvier 1977. 19 p.

5 - BLONDEL, M. 1966

Aperçu sur les études de fertilisation de l'arachide entreprises au Centre de Recherches Agronomiques de Bambey. Réunion Samaru - Bambey 17-22 Octobre, 1966. 5 p.

6 - CISSE, L. 1980

Suivi des facteurs physico-chimiques de la fertilité des sols sous culture continue dans l'Unité Expérimentale de Thyssé-Kaymor Sonkorong. 25 p.

7 - CISSE, N. 1987

Synthèse des recherches sur la fertilisation minérale et les amendements. Doc. Ronéo ISRA/CNRA - Bambey. 21 p.

8 - CISSE, N. 1984

L'amélioration du niébé au Sénégal. Réalisation et perspectives. ISRA, Juillet 1984. 10 p.

9 - CISSE, N. 1991

Programme de Recherches sur le niébé. Rapport annuel 1990 - CNRA/Bambey. 8 p.

10 - DANCETTE, C. 1981

Niébé et valorisation des ressources pluviales dans certains systèmes agricoles sénégalais. Doc. Ronéo. ISRA. Janvier 1981. 11 p.

11 - DANCETTE, C. 1983

Estimation des besoins en eau des principales cultures pluviales en zone soudano-sahélienne. Agron. tropicale n° 4 pp. 281-294.

12 - DANCETTE, C. 1984

Principaux résultats obtenus en 1983 par la division de Bioclimatologie sur les systèmes de culture à base de niébé. Programme CRSP-niébé au Sénégal - ISRA, Janvier 1984, 25 p.

13 - DIAGNE, M. 1986

Principaux résultats obtenus sur les systèmes de culture à base de niébé 1986. Rapport service de Bioclimatologie. ISRA-CNRA/Bambey. 16 p.

14 - DIOUF, T. 1987

Physiologie et agronomique du niébé. Résultats obtenus entre 1983 et 1986. ISRA - Janvier 1987. 12 p.

15 - PINLAY, K.W. and G.N. WILKINSON. 1983

The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Aust. J. Agric. Res. 14. pp. 742-754.

16 - GUEYE, M. 1991

Inoculation au champ du niébé avec une souche de Rhizobium. Rapport annuel provisoire. 4 p.

17 - HALL, A.E. 1981

Adaptation of Annual Plants to drought in relation to improvements in cultivars. Proceedings of the workshop : adaptation to water stress in plants. Hortscience, vol. 16 (1) pp. 37-38.

18 - HALL, A.E. and C. DANCETTE. 1978

Analysis of Fallow Farming Systems in Semiarid Africa using a model to simulate the hydrologic budget. Agron. J. 70 : pp. 816-823.

19 - HIEBSCH, C.K. and R.E. McCOLLUM. 1987

Area x time equivalency Ratio : A method for evaluating the productivity of intercrops. Agron. J. 79 : pp. 15-22.

20 - NDIAYE, M. 1984

Etude de la nodulation et de la fixation d'azote de 10 variétés de niébé en symbiose avec les souches de Rhizobia locales Programme CRSP/niébé. Doc. Ronéo ISRA/CNRA. 7 p.

21 - NDIAYE, M. 1985

Principaux résultats obtenus sur la fixation symbiotique d'azote par le niébé en 1984. Projet CRSP/niébé. Doc. Ronéo - ISRA/CNRA. 23 p.

22 - NDIAYE, M. 1986

Bilan de trente ans de recherches sur le niébé au Sénégal. Doc. Ronéo. CNRA/Bambey. 16 p.

23 - NDIAYE, M. 1987

Contraintes à la production du niébé et capacités Nationales de recherches dans les zones semi-arides du Sénégal. Doc Ronéo. CNRA/Bambe. 14 p.

24 - NICOU, R. 1965

Etude sur les techniques culturales et la fumure minérale du niébé. Première réunion technique FAO sur l'amélioration de la production des légumes et des légumineuses à graines en Afrique. Dakar, Sénégal 18-24 Janv. 1965. 16 p.

25 - NICOU, R. et P.P. POULAIN, 1967 .

La fumure minérale du niébé au Sénégal. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive 19-25 Novembre 1967. 24 p.

26 - SENE, D. 1966

Inventaire des principales variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). cultivées au Sénégal. Agron. Trop. n° 7. pp. 927-933.

27 - SENE, D. 1971

L'amélioration variétale du niébé au CNRA de Bambey de 1959 à 1969. Agron. trop. n° 10 Octobre 1971. 31 p.

28 - SENE, D. 1974

L'amélioration du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) au CNRA de Bambey de 1959 à 1973. Résultats obtenus entre 1970 et 1973. Agron. trop. XXX (8) 1974 pp. 772-802.

29 - SILVESTRE, P. 1965

Légumineuse à graines. Agron. trop. n° 10 Octobre. pp. 987-989.

30 - TARDIEU, M. 1966

Compte rendu des activités de 1960-1961 de la sélection d'amélioration des cultures de diversification au CNRA de Bambey. Doc. Ronéo CRA Bambey. 175 p.

31 - TARDIEU, M. et D. SENE. 1962

Compte rendu de la symbiose bactérienne des légumineuses au Sénégal. Rapport d'activité 1961 1962. Doc. Ronéo IRAT. Sénégal. pp, 66-68.

32 - TARDIEU, M. et D. SENE. 1966

Le haricot niébé au Sénégal. Agron. n° 8 pp. 918-926.

33 - THIAW, S. 1990

Stability of dryland production of cowpea's (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). with varietal intercrops. M.S.Thesis. December 1990. University of California, Riverside. 57 p.

34 - ZISKA, L.H. and A.E. HALL. 1983

Seed yield and water use of cowpea subjected-to planned water-deficit irrigation. Irrig. Sci. 3. pp. 237-245.
