



PROJET INFOCLIM

»

RECUEIL DES INFORMATIONS SUR LES BONNES PRATIQUES D'ADAPTATION

Sous la direction de :

Gora BEYE, Amadou Moctar DIEYE, Amadou SALL et
Yacine Badiane NDOUR

juin 2010

SOMMAIRE

PROJET INFOCLIM	1
*****	1
I. INTRODUCTION	5
I.1. RAPPEL DES TDR	5
I.2. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE.....	6
I.3. METHODOLOGIE DE TRAVAIL	6
II. ANALYSE DES SYSTEMES DE PRODUCTION	7
II.1. ANALYSE DES SYSTEMES DE PRODUCTION	7
II.2. LES SYSTEMES D’ELEVAGE	9
III. LES PRINCIPALES CULTURES ET TECHNOLOGIES IDENTIFIEES POUR LA ZONE	9
III.1. LES GRANDES CULTURES	9
III.2. LES CULTURES HORTICOLES	10
III.3. LES TECHNIQUES CULTURALES	10
<i>III.3.1. Les techniques de fertilisation</i>	10
<i>III.3.2. La lutte phytosanitaire</i>	11
IV. BESOINS EN TECHNOLOGIES AGRICOLES IDENTIFIES PAR LES PRODUCTEURS DE LA ZONE	11
IV.1. TECHNOLOGIES D’ADAPTATION AUTONOMES.....	11
IV.2. BESOINS IDENTIFIES PAR LES PRODUCTEURS	12
V. INVENTAIRE DES RECHERCHES POUR L’AMELIORATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS EXISTANTES DANS LA REGION DE THIES	13
V.1. AMELIORATION ET SELECTION DE NOUVELLES VARIETES ADAPTEES EN ZONE SECHE	13
<i>V.1.1. Sélection variétale sur l’arachide</i>	14
<i>V.1.2. Sélection variétale sur le niébé</i>	14
<i>V.1.3. Sélection variétale sur le mil</i>	15
<i>V.1.4. Sélection variétale sur le Manioc</i>	15
V.2. INVENTAIRES DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES MIS AU POINT PAR LA RECHERCHE POUR AMELIORER LA PRODUCTION VEGETALE	15
V.3. INVENTAIRES DES TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES MIS AU POINT PAR LA RECHERCHE POUR AMELIORER LES PRODUCTIONS ANIMALES	16
VI. VARIETES IDENTIFIEES ET TECHNOLOGIES D’ADAPTATION	17
VI.1. VARIETES IDENTIFIEES POUR LES CULTURES VIVRIERES	17
<i>VI.1.1. Le mil précoce (Souma III)</i>	17
<i>VI.1.2. Le Niébé</i>	18

<i>VI.1.3. L'arachide</i>	18
VI.2. VARIETES IDENTIFIEES POUR LES CULTURES HORTICOLES	19
<i>VI.2.1. Le manioc</i>	19
<i>VI.2.3. Le chou</i>	20
<i>VI.2.4. Les agrumes</i>	20
<i>VI.2.5. La Mangue</i>	21
VI.3. VARIETES IDENTIFIEES POUR LES CULTURES FOURRAGERES.....	21
<i>VI.3.1. Le Pois d'Angole</i>	22
<i>VI.3.2. Le niébé Fourrager</i>	22
<i>VI.3.3. Valorisation des résidus de récolte</i>	23
VI.4. TECHNOLOGIES D'ADAPTATION IDENTIFIEES.....	24
<i>VI.4.1. Techniques de fertilisation</i>	24
a. Cultures vivrières.....	24
a. Fertilisation pour les cultures horticoles	25
<i>VI.4.2. Techniques d'irrigation pour les cultures horticoles</i>	25
<i>VI.4.3. Techniques de Lutte phytosanitaire</i>	26
<i>VI.4.4. Technologies post récolte</i>	26
a. Conservation de l'arachide	27
b. Conservation post récolte du niébé.....	27
c. Conservation du fourrage.....	28
<i>VI.4.5. Techniques de mise en place des Vergers</i>	28
a. Les haies vives défensives.....	28
b. Les techniques de brise-vent.....	29
VI.4.6. TECHNIQUES DE DEFENSE ET DE RESTAURATION DES SOLS (DRS).....	29
a. Phase de diagnostique.....	29
b. Phase d'application.....	30
VII. RECOMMANDATION POUR UN PLAN DE DIFFUSION DES TECHNOLOGIES.....	31
VII.1. PLAN D'ACQUISITION DES SEMENCES.....	31
VII.2. PLAN DE COMMUNICATION ET DE DIFFUSION DES TECHNOLOGIES.....	32

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Besoins en technologies identifiés par les producteurs	12
Tableau 2 : Valeur nutritive des sous-produits agricoles	24
Tableau 3 : Fertilisation minérale préconisée pour la zone de Thiès	25
Tableau 4 : Techniques culturales pour le mil	37
Tableau 5 : Techniques culturales du niébé	38
Tableau 6 : Techniques culturales de l'arachide	39
Tableau 7 : Techniques culturales de Manioc	40
Tableau 8 : Techniques culturales de la Tomate	41
Tableau 9 : Techniques culturales du chou	42
Tableau 10 : Techniques culturales des Agrumes	43
Tableau 12 : Techniques culturales de la Mangue	44
Tableau 13 : Techniques culturales pour le Niébé fourrager	45

I. INTRODUCTION

I.1. Rappel des TDR

Dans un contexte marqué par les perturbations climatiques, la baisse continue des productions agricoles déjà inhibées par la dégradation des terres et l'insuffisance des capacités technologiques, expose les populations à une insécurité alimentaire dont les conséquences économiques et sanitaires deviennent de plus en plus alarmantes. Pour pallier ces difficultés inhérentes à l'émergence de conditions climatiques extrêmes, le projet InfoClim envisage de monter un observatoire sur les changements climatiques dans la région de Thiès. Cet observatoire permettra de mettre à la disposition des communautés, les informations idoines leur permettant de s'adapter aux variabilités climatiques. Elle constituera une plateforme participative intégrant l'information scientifique et les stratégies locales d'adaptation visant à réduire les effets néfastes des changements climatiques sur les systèmes de production.

Cette présente étude s'intègre dans le cadre de ce projet Infoclim. Elle a pour objectif de faire l'inventaire de la recherche agricole dans la région de Thiès et de faire des propositions afin d'ajuster et/ou mieux d'améliorer les systèmes de production en vue de les adapter au contexte climatique de la zone. Elle permettra d'identifier les résultats de la recherche agronomique permettant de contribuer à l'amélioration significative de la productivité des exploitations familiales en éradiquant les contraintes qui engendrent la vulnérabilité des producteurs.

L'étude se focalisera sur les systèmes de production dans la commune de Thiès et les CR de Fandène, Taïba Ndiaye et de Noto Diobass en vue de

- faire une lecture correcte des systèmes de production de la zone,
- identifier les principales espèces qui peuvent permettre aux exploitations familiales de diversifier leurs revenus à travers les productions végétales et animales;
- faire l'inventaire des nouvelles variétés, des techniques et technologies candidates mises au point par la recherche pour améliorer la productivité dans la zone ;
- identifier les différentes variétés adaptées au contexte du CC notamment dans la région de Thiès
- faire, en rapport avec l'équipe de chercheurs du projet Infoclim, l'analyse des besoins des producteurs de la zone étudiée en termes de technologies;

- documenter les fiches techniques des variétés et technologies identifiées dans les résultats de la recherche en vue de faciliter leur vulgarisation dans la zone ;

I.2. Présentation de la zone d'étude

Située à 70 km de Dakar, la région de Thiès couvre une superficie de 6 601 km², soit 3,4% du territoire national. La région est constituée d'un relief relativement plat, excepté le plateau de Thiès (105 m d'altitude), le massif de Diass (90 m d'altitude) et la cuvette de Thiès (128 m d'altitude). Les principaux types de sols rencontrés dans la zone sont les sols diors, deck, hydromorphes et les sols peu évolués. La végétation est composée de Savane arbustive dégradée parsemée de peuplements monospécifiques d'*Acacia seyal*, de Baobabs, d'un parc à Kad et de rôniers. La faune est composée de petits ruminants, de rongeurs, et des oiseaux migrateurs paléarctiques que l'on retrouve aux abords des points d'eau.

La région se situe dans une zone de transition soumise à l'influence des alizés maritimes et de l'harmattan. Le climat est de type soudano sahélien : Sud, Sud Est, et plus sahélien au Nord et Nord Est. La zone Ouest, quant à elle, présente un climat Subcanarien.

Les filières agricoles de la région sont en pleine mutation. Cette situation est en rapport avec les caractéristiques climatiques de la zone (baisse des précipitations, forte variabilité pluviométrique, désertification, appauvrissement des sols) et les prédispositions d'ordre commercial : un réseau de marchés ruraux et urbains dynamiques, un réseau routier pour l'essentiel assez praticable, contribuant à accroître les flux de circulation des personnes et des biens et à décloisonner beaucoup d'espaces agricoles. Ce contexte ouvre des opportunités pour le développement agricole et rural de la zone.

I.3. Méthodologie de travail

La démarche méthodologique utilisée pour conduire cette étude comporte différentes phases successives à savoir :

- la revue documentaire et l'analyse des données secondaires,
- l'identification et l'analyse des systèmes de production de la zone ;
- l'identification des spéculations cultivées et le repérage des filières jugées essentielles ;
- la proposition des variétés adaptées et des itinéraires techniques pour leurs exploitations ;
- la restitution et la validation du rapport

II. ANALYSE DES SYSTEMES DE PRODUCTION

II.1. Analyse des systèmes de production

Comme partout ailleurs au Sénégal, la région de Thiès est marquée depuis plus de vingt ans par une baisse importante de la pluviométrie (entre 400 et 600 mm en moyenne annuelle). La pression anthropique et l'évolution climatique ont contribué à une dégradation accélérée des écosystèmes et induit des changements profonds dans les systèmes d'exploitation.

De type pluvial, les systèmes de production de la zone varient entre les systèmes à prédominance céréalière (mil à 52,5 %), l'association agriculture élevage avec prédominance de légumineuses (arachide à 38,9 %) et l'intégration agriculture élevage avec diversification des céréales associées à des légumineuses. Le mil, aliment de base des populations, est de loin la céréale la plus importante dans la zone, tant pour les superficies emblavées que pour la production. L'arachide est en net recul, consécutif à la crise nationale que traverse cette filière de rente et à la baisse de la pluviométrie dans la zone. Ce déclin de la culture arachidière a fait émergé d'autres filières auparavant marginales (le manioc, le niébé, la pastèque, le bissap ...). Les cultures maraîchères (tomate, chou, piment...) et fruitières (mangues et agrumes) occupent également une place importante dans les activités agricoles de la région. L'arboriculture est dominée par les cocotiers, ensuite viennent les autres espèces comme la papaye et les agrumes (citron, mandarine, mangue, corossol, sapotier).

Autrefois caractérisée par les performances de ses systèmes agroforestiers, la zone est aujourd'hui marquée par de faibles potentialités forestières et par le vieillissement des parcs agroforestiers. La composition floristique de la strate herbacée indique une faible représentation des espèces vivaces par rapport aux espèces annuelles ainsi qu'une faible proportion de légumineuses. Globalement la production fourragère est très faible et la composition floristique dominée par les graminées annuelles.

Les résultats des études précédentes (Diop, 2008 ; Dieng et al 2008) ont montré une grande diversité des systèmes de production de la zone. Cependant, on note quelques différences entre les localités étudiées aussi bien du point de vue des potentialités que des contraintes liées à la vulnérabilité de ses systèmes. Ainsi la dépendance à la pluviométrie constitue le principal facteur de vulnérabilité, depuis l'avènement de la sécheresse à la fin des années 70. La forte variabilité climatique de la zone a entraîné une crise de l'agriculture pluviale et provoqué

spontanément une diversification des cultures avec le développement des activités maraichères.

Dans la commune de Thiès, on note l'émergence de l'agriculture périurbaine à proximité de la ville. Dans cette zone, la disponibilité en eau et en terre constituent le principal facteur de production. Les bas-fonds et les carrières sont mis à contribution pour la pratique de l'horticulture qui se développe préférentiellement dans des espaces difficilement constructibles. On note une montée de l'activité maraichère avec une diversification des productions végétales (arachide, cultures maraichères et fruitières) et des productions animales (embouche bovine et ovine, élevage caprin, élevage aviaire). En effet dans la partie humide où il y a un affleurement d'eau, se développent des cultures comme la tomate, le chou ou la patate en période de décrue. Sur les parties hautes dominées par les sols *dior*, diverses cultures maraichères sont exploitées : aubergine, laitue, oignon, jaxatu, piment, persil, poireau. Cependant la forte pression foncière liée à l'extension urbaine tend à menacer la viabilité de ce système de production.

La CR de Fandène est caractérisée par une agriculture de type familial avec comme principale production le mil, qui est quasi exclusivement réservé à l'autoconsommation. Viennent ensuite le niébé, le maïs, le sorgho qui sont en partie des cultures d'autoconsommation et en partie destinés au marché. On enregistre le développement des cultures maraichères au niveau des bas fonds (zone de cuvettes). Ces cultures concernent essentiellement le manioc, le bissap, le piment et le chou. Le maraîchage hors-sol est pratiqué par les femmes, dans les quartiers urbains. Ces dernières cultivent des légumes feuilles (salades, menthe) sur des tables (solution hydroponique pour les pépinières et substrat pour les cultures), selon des techniques diffusées par le projet spécial sécurité alimentaire (FAO/Ministère de l'agriculture). Seules ces exploitations du type maraîchage hors-sol sont dirigées par des femmes. Dans les autres types d'exploitations, les femmes peuvent juste aider dans les opérations de vente. Les sources d'eau utilisées par les exploitations maraichères pour l'irrigation sont les puits traditionnels peu profonds (céanes) et les puits relativement profonds (près de 10 m).

Dans les communautés rurales de Noto Diobass et de Taïba Ndiaye, l'agriculture pluviale demeure le principal système de production, malgré sa précarité liée à la baisse de la pluviométrie (300 à 400 mm par an).

Dans la CR de Noto Diobass l'agriculture pluviale traditionnelle est pratiquée sur les sols *dior* avec l'arachide, le mil, le niébé et le haricot comme cultures dominantes. Contrairement à la

CR de Fandène, où l'on note une remontée des activités maraîchères, à Noto on note un début d'abandon des cultures maraîchères (moins de 10% des paysans) due à la non disponibilité de l'eau (Diop, 2008).

Dans la communauté rurale de Taïba Ndiaye, les cultures d'arachide (10%), de mil (20%) et de niébé (5%) sont en perte de vitesse du fait de la baisse de la pluviosité.

II.2. Les systèmes d'élevage

La région de Thiès n'est pas considérée comme une zone à vocation d'élevage, mais elle bénéficie de potentialités diverses, sur les plans physique, technique, humain, etc., capables d'offrir des possibilités réelles de développement du secteur. L'élevage représente la seconde activité dans les différentes zones étudiées. Les espèces animales élevées se résument aux bovins, ovins, caprins, équins et volailles. L'aviiculture de ponte connaît un essor ces dernières années particulièrement dans la commune de Thiès et la CR de Fandène. L'élevage des bovins, des petits ruminants et des volailles contribue pour une bonne part à l'économie rurale de la zone, où l'emboche bovine est l'une des plus importantes du Sénégal.

III. LES PRINCIPALES CULTURES ET TECHNOLOGIES IDENTIFIEES POUR LA ZONE

La production agricole dans la région est globalement marquée par une évolution très fluctuante pour toutes les spéculations. Les difficultés d'acquisition d'intrants agricoles de qualité, l'inconstance des superficies emblavées et la variation des quantités de pluies recueillies sont, entre autres, à l'origine de cette situation qui se traduit par des rendements qui varient d'une année à l'autre.

III.1. Les grandes cultures

Les spéculations cultivées en hivernage par les exploitations, autrement dit, les grandes cultures pluviales identifiées dans la zone étudiée, sont essentiellement : l'arachide, le niébé, le mil et le manioc. Les cultures céréalières sont rarement pratiquées hormis le « mil souna » qui occupe 36,5 % des superficies emblavées. Les superficies consacrées à la culture de «l'arachide huilerie» ont sensiblement baissé en termes de proportion durant ces dernières années, (par exemple 22,3% en 2007 contre 21,5% en 2008). Elles se retrouvent en troisième position derrière celles dédiées au «manioc», qui représentent près du quart (24,6%) des productions.

Les stratégies de diversification des exploitations agricoles sont orientées vers d'autres spéculations moins exigeantes sur le plan agronomique et du point de vue des investissements. C'est le cas de la culture du manioc qui s'est fortement développée en substitution des systèmes mil-arachide. Le manioc offre une opportunité de diversification des revenus pour les exploitations agricoles. En effet, la plantation de manioc permet d'occuper les terres pendant au minimum les deux années de culture au lieu de les laisser sans exploitation. Les paysans l'expliquent par le fait que le manioc serait plus adapté aux sols riches en phosphate et en calcaire de la zone et à la faible fertilité des sols.

III.2. Les cultures horticoles

Pour ces spéculations horticoles, les classements faits dans les 4 zones (Communes de Thiès, CR de Fandène, Notto, et Taiba Ndiaye) se recoupent un peu en ce sens que les 5 spéculations horticoles les plus importantes sont quasiment les mêmes partout. Il ressort des études faites (Diop, 2008) que les spéculations les plus importantes de manière générale dans la zone sont le manioc, l'oignon, le chou, la tomate et le piment. Cependant on note une forte présence dans les champs de la carotte, du navet, de la pomme de terre et du haricot durant la campagne froide de Novembre à Mars. Le haricot vert destiné à l'exportation (contrat de production) ne représente qu'un faible volume de production dans la zone.

III.3. Les techniques culturales

Les exploitations utilisent des techniques culturales telles que les associations culturales et les rotations culturales, etc. Le mil est cultivé soit en rotation avec l'arachide, soit en culture associée avec le niébé dans toute les CR étudiés. L'arachide occupe une place variable dans l'assolement. Dans les zones où prédominent les sols très sableux et érosifs, une rotation de type jachère-arachide-mil- arachide est préconisée. Dans les zones plus favorables, la rotation continue arachide-céréale peut être envisagée en veillant à maintenir un bon niveau de matière organique dans le sol pour assurer la reproductibilité de ce système (Schilling, 1993).

III.3.1. Les techniques de fertilisation

Les rendements des cultures céréalières sont en baisse dans la zone, du fait de la pauvreté des sols et du faible niveau de restauration de la fertilité. L'apport de l'amendement par l'usage des ressources organique comme le fumier devient de plus en rare du fait de la non disponibilité de la ressource. Le cheptel constitue pour les producteurs la source principale d'approvisionnement en engrais organiques. Cependant, le bétail n'étant pas en stabulation et

étant parfois même en transhumance, la collecte du fumier produit pose problème et les déperditions sont consistantes. Le fumier est utilisé exclusivement pour la fertilisation des sols, qui est faite quasiment par épandage direct sur le sol (99% des exploitations), le compostage est rarement effectué. La fumure organique est utilisée en priorité sur les champs maraîchers à 92 %.

De façon générale, les résidus agricoles sont mis en tas et brûlés sur les champs, ce qui augmente la fertilité des sols sous ces tas, produisant rapidement un effet très visible mais de courte durée. Un argument en faveur du brûlage des résidus est le contrôle de certains insectes qui trouvent refuge dans les résidus. Un autre argument est que ces résidus gênent l'action des semoirs mécaniques à traction animale.

La fertilisation minérale est encore faiblement utilisée dans la zone. L'urée et les engrais composés NPK (10-10-20) sont les plus couramment employés. Les engrais foliaires à base de potassium tels que le nitrate de potasse et le sulfate de potasse sont également utilisés par les exploitations maraîchères.

III.3.2. La lutte phytosanitaire

Les produits phytosanitaires sont couramment utilisés dans les exploitations maraîchères pour lutter contre les parasites. Les produits les plus couramment utilisés ne sont pas prohibés et sont d'une efficacité prouvée par la recherche. Cependant, il existe des risques sur la santé humaine et sur l'environnement (pollution de la nappe, de l'air ...) lié aux mauvaises pratiques. Une utilisation abusive des pesticides et le non respect des durées de rémanence des produits ne sont pas sans danger du fait de leur toxicité.

IV. BESOINS EN TECHNOLOGIES AGRICOLES IDENTIFIES PAR LES PRODUCTEURS DE LA ZONE

IV.1. Technologies d'adaptation autonomes

Pour faire face aux contraintes de la variabilité climatique et ses conséquences sur la baisse de la productivité et sur les facteurs de production comme l'eau, les producteurs ont développé un certain nombre de stratégies leur permettant de réduire les impacts négatifs. Un certain nombre de technologies s'avèrent intéressantes et méritent d'être approfondies. Il s'agit de : i) l'introduction de nouvelles filières pour la diversification des cultures pluviales comme le

sésame et le manioc, ii) la fertilisation des sols par les techniques de jachère courte (1 à 2ans), iii) le reboisement et la rotation des cultures (Manioc, Arachide - Manioc, Mil). Concernant les techniques de mise en jachère, elles pourraient être améliorées par des légumineuses qui permettent d'enrichir le sol en azote.

IV.2. Besoins identifiés par les producteurs

Parmi les besoins identifiés par les producteurs de la zone (CF Tableau, 1), le parasitisme des cultures maraîchères et arboricoles figure en bonne position. Les cultures horticoles sont couramment l'objet d'attaques par les nématodes, la cochenille et la mouche blanche.

La faible productivité des fruitiers a été également évoquée par les producteurs, qui veulent accéder à de nouvelles variétés plus performantes. Les mangues locales de la zone sont pour la plupart dans un état de vieillissement tel que leur croissance et leur productivité sont en régression.

Pour diversifier leur production, les demandes de nouvelles variétés performantes de mil, sorgho et arachides, de semences maraîchères sont nécessaires pour les producteurs.

Pour la lutte contre la dégradation des terres et l'érosion, certains producteurs ont exprimés le besoin d'accéder aux techniques de défense et de restauration des sols (DRS/CE).

Pour la foresterie, les producteurs des CR de Fandène et de Noto sont intéressés par la régénérescence assistée de certaines espèces comme le Kadd, le Jujubier ...

Pour l'élevage la plupart des besoins exprimés concernent l'alimentation, et particulièrement les techniques de culture et de conservation des fourrages.

Tableau 1 : Besoins en technologies identifiés par les producteurs

Notto	Taïba Ndiaye	Fandène
Compostage	Bonnes pratiques culturelles	Techniques de RNA
Multiplication des semences et conservation	Technique de DRS Contre la salinisation	Mise en défens,
Sylviculture des espèces locales	Parcours pour le bétail	Reboisement et sylviculture des espèces de la zone
Techniques de DRS/CE	Amendement des sols	Techniques de DRS/CE
Techniques de parcage de stabulation		Défense des cultures
Semences améliorées,		Cultures fourragères
Défense des cultures		Amendement des sols
Amendement des sols		

V. INVENTAIRE DES RECHERCHES POUR L'AMÉLIORATION DES SYSTEMES DE PRODUCTIONS EXISTANTES DANS LA REGION DE THIES

V.1. Amélioration et sélection de nouvelles variétés adaptées en zone sèche

Le contexte climatique marqué par la forte variabilité pluviométrique, spécifiquement dans la zone nord du bassin arachidier Sénégalais (Diourbel, Thiès) a fortement influencé les recherches dans le domaine de la sélection variétale.

Les recherches faites sur le diagnostic hydrique et le zonage agro climatique ont permis de préciser les effets des facteurs climatiques sur le matériel biologique, le sol et les techniques culturales et d'implanter des variétés résistantes à la sécheresse (Diagne, 1992). De multiples travaux sur les besoins en eau des cultures pluviales et irriguées ont été effectués. Ces travaux ont permis de trouver diverses applications, dont l'adaptation des cultures aux conditions pédoclimatiques des zones agro écologiques du Sénégal, le choix et le calage du calendrier et des cycles de culture, l'irrigation de complément, les techniques de conservation et de valorisation de l'eau disponible pour l'agriculture (densités de semis, fertilisation, cultures dérobées).

Le comportement des plantes vis-à-vis du déficit hydrique a été étudié pour une efficacité d'utilisation de l'eau des cultures d'arachide (Annerose, 1990, 1991 ; Marone, 1996 ; Clavel *et al.*, 2004), du maïs, du mil et du niébé (Sarr *et al.*, 2001 ; Diouf *et al.*, 2001 ; Diouf, 2000). Ces travaux ont abouti à l'acquisition de connaissances pour la conduite de programmes de création variétale performants en matière de résistance ou de tolérance à la sécheresse. Comme acquis majeurs, on peut noter la création de nouvelles variétés comme la GC8-35, variété d'arachide à cycle court adaptée aux conditions de faibles pluviométries de la zone. Ces études ont également permis de mieux comprendre les réponses au déficit hydrique de la variété d'arachide Fleur-11 (Clavel et Ndoye, 1997).

Ces zonages ont conduit à des applications et des conseils agro météorologiques opérationnels, dont les meilleures illustrations sont l'identification des zones à risque et la carte variétale de l'arachide. Cette carte variétale représente une synthèse des connaissances actualisées régulièrement en fonction des changements agro climatiques, des pratiques paysannes et des

résultats de la recherche agricole (Clavel et Ndoye, 1997). Elle relève d'une nécessité de redistribuer géographiquement les variétés cultivées par les paysans et les nouvelles variétés à cycles courts créées, testées puis vulgarisées en milieu réel, telles que la GC-8-35 et la Fleur-11 (Mortreuil, 1993). La carte variétale constitue ainsi un précieux outil d'aide à la décision en matière de politique semencière et de connaissance des aires de production arachidière.

V.1.1. Sélection variétale sur l'arachide

Les études se sont orientées vers la recherche de variétés d'arachides à cycle court, inférieur à 90 jours. Les résultats se sont concrétisés par la diffusion dans la zone de Thiès et de Diourbel des variétés 55-437 (90 jours).

Un programme de sélection par rétro-croisement a été mené sur les deux variétés les plus proches qui sont vulgarisées [la 73-30 (dormante, 90 jours) et 55-437 (non dormante)] afin de raccourcir le cycle. Les résultats obtenus ont permis de sélectionner une variété de 80 jours. L'une d'entre elles, GC8-35, est actuellement vulgarisée dans la zone de Thiès.

V.1.2. Sélection variétale sur le niébé

Pour le niébé, les deux facteurs limitant de la culture sont la sécheresse et le parasitisme (Sarr et al., 2001) ainsi le programme d'hybridation et de sélection qui a été initié, a accordé une grande priorité aux problèmes de résistance à la sécheresse en utilisant la précocité comme critère de sélection. Les travaux d'amélioration variétale ont permis de développer des variétés satisfaisantes comme la N58-57 et la N5 9-25. Certaines variétés américaines ont été utilisées dans des croisements avec des variétés locales pour leurs caractères de résistance à la sécheresse, à la chaleur, aux insectes et aux maladies (Hall, 1983 et 1984). Les sources de précocité des variétés : 78-37, VCS-14, TVIJ-1174 et KVVU-69 ont été identifiées en vue d'améliorer les variétés locales : Mougne, Ndiambour, Bamby 21 et 58-57.

En ce qui concerne la résistance aux insectes, trois principaux groupes d'insectes constituent des contraintes à la culture et au stockage du niébé au Sénégal. Il s'agit d'*Amsacta moloneyi*, des thrips et des bruches. La sélection visait à créer des variétés adaptées aux conditions semi-arides et résistantes aux maladies et au striga.

Bamby 21 a été la première variété extra-précoce (60 jours) et à port érigé développée au Sénégal. Mouride est une variété résistante à la bruche, au striga, au chancre bactérien et à la virose (Cissé *et al.*, 1995). Elle est semi-érigée et arrive à maturité environ 65 jours après le semis. Mélah est une variété à double usage, créée pour la production de graines sèches et de

gousses ou haricots verts (Cissé *et al.*, 1997). Elle est résistante aux pucerons, à la virose due, au chancre bactérien et partiellement aux thrips.

V.1.3. Sélection variétale sur le mil

La sélection récurrente sur trois populations locales de mil Souna (Diouf, 2000 ; Gupta, 1984) a abouti à la création de la variété synthétique Souna-3 qui est vulgarisée dans la zone de Thiès. Cette variété se caractérise par une résistance au charbon, une tolérance au mildiou. Par la suite, sept nouvelles variétés ont été créées et proposées à la vulgarisation, elles n'ont cependant pas été adoptées par les paysans. Parallèlement, des travaux effectués par l'ICRISAT ont conduit à partir de 1970 à la création des variétés IBV-8001 (85 jours), IBV-8004 (75 jours) et IBMV-8402 (75 à 80 jours), qui sont vulgarisées dans la zone nord et centre-nord du bassin arachidier (Diourbel et Thiès). Ces trois variétés possèdent une résistance ou une tolérance au mildiou (Gupta *et al.*, 1991 ; Gupta et Ndoye, 1991).

De nouvelles obtentions plus productives que les variétés actuellement recommandées (13 à 22 % de plus-value de rendement) sont actuellement proposées pour des tests en milieu paysan. Il s'agit de ICTP-8203 et GB-8735, pour la zone nord, de ISMI-9301 et ISMI-9305, pour la zone centre-nord.

V.1.4. Sélection variétale sur le Manioc

D'importants travaux ont été réalisés sur le calendrier cultural des espèces légumières en vue de l'étalement et de la production. Pour les pépinières maraîchères (semis en ligne, semis en motte), les techniques de semis direct de bulbille et les techniques de cultures hors sols (substrat liquide ou hydroponique et substrat solide) ont été préconisées.

Une cinquantaine de variétés de Manioc ont été introduites ou améliorées pour leur résistance à la sécheresse et leur faible teneur en acide cyanhydrique (CDH, 1986 ; ISRA, 1998a). Celles qui sont les mieux adaptées à la culture sont Kombo 2, Cololi 1, 30555, 30572, 30786, Kombo 1 et Cololi 2.

V.2. Inventaires des techniques et technologies mis au point par la recherche pour améliorer la production végétale

Diverses études, permettant d'optimiser l'utilisation de l'eau pluviale par les cultures annuelles dans les zones à risque climatique, ont été réalisées. Ces études ont permis de voir les interactions entre le milieu physique (sol, eau), les techniques culturales (travail du sol,

fertilisation), l'alimentation et le fonctionnement hydrique des systèmes aériens et racinaires. Elles ont été menées sur la production du mil et de l'arachide, entre autres (Cissé et Vachaud, 1988 ; Cortier *et al.*, 1988). Les résultats ont montré que la fertilisation du mil augmente les besoins en eau et accroît le risque de stress hydrique dès le début du cycle. Le fumier a un effet positif sur le développement végétatif de la plante mais fait également courir un risque accru en cas de forte sécheresse. Cela montre la complexité des relations entre techniques culturales et production dans les zones à risque climatique et explique mieux la variabilité des effets des techniques d'intensification observées dans ces zones. Ces études montrent bien que la pluie n'est pas le seul remède à la sécheresse (Reyniers et Forest, 1990) et mettent bien en évidence le rôle important des techniques culturales de conservation des eaux et du sol dans le développement agricole durable (Sène et Perez, 1994).

La gestion et la conservation des sols représentent une composante essentielle de la productivité durable de l'agriculture. Le recours à la fertilisation, organique et minérale, a été l'une des voies recommandées pour la mise en place d'une agriculture durable, productive, créatrice de richesse et respectueuse de l'environnement. Mais la pratique de la fertilisation n'est que faiblement adoptée et ce, en dépit des résultats positifs des essais en station comme en milieu paysan. Les principaux déterminants de l'achat de l'engrais sont le pouvoir d'achat, l'investissement dans les activités moins risquées, comme l'élevage et la disponibilité de l'engrais sur les marchés hebdomadaires en quantité et en temps opportun.

Des essais multifocaux ont permis de mettre au point des formules de fertilisation pour les engrais minéraux. Les formules préconisées pour la région de Thiès aux sols riches en phosphore, dans les années 70, sont de 100 kg/ha de 10-0-30. En 1972, la formule 8-18-27 à la dose de 150 kg/ha a été proposée pour l'arachide, le cotonnier et le niébé. A partir de 1974, il est recommandé, pour les thèmes légers, un apport de 150 kg/ha de 10-13-8 dans le nord, de 6-20-10 dans le centre-nord.

V.3. Inventaires des techniques et technologies mis au point par la recherche pour améliorer les productions animales

Pour améliorer la situation nutritionnelle du cheptel, des techniques de complémentation, d'amélioration et de gestion des potentiels fourragers des zones de pâturages, ont été mises au point par la recherche. Ces travaux ont permis de mieux apprécier les possibilités de valorisation des fourrages naturels par les ruminants domestiques.

Plusieurs ressources alimentaires ont été explorées : les pâturages naturels de différentes régions du Sénégal, les résidus de récolte et sous-produits agroindustriels, les céréales locales, les ligneux fourragers, les fourrages cultivés, les ressources minérales et les farines animales. Les résultats obtenus permettent de raisonner le système d'alimentation des ruminants domestiques en fonction de l'espèce animale, de la saison et de la production.

L'introduction des ligneux dans le régime des ruminants est limitée par les risques d'intoxication. Des taux d'incorporation comprise entre 20 et 50 % sont en général recommandés. Ce taux permet de réduire les mortalités et obtenir des croissances modérées dans le cas de certaines espèces ligneuses. Les résultats obtenus permettent de proposer une sélection d'espèces ligneuses fourragères pour l'alimentation du bétail : *Acacia*, *Adansonia digitata*, *Leucaena leucocephala*, *Calotropis procera*, *Pterocarpus erinaceu*. Les espèces comme *Panicum maximum* et *Pennisetum purpureum* permettent, sur des sols argilo-limoneux non salés, d'atteindre des biomasses moyennes de 18 à 22 t/ha de matière sèche. Le fourrage est de bonne qualité (0,7 UFL et 68 g de MAD par kilo de matière sèche). Les sols limoneux à limono-argileux sont propices à la culture de plusieurs variétés de niébé (*Vigna unguiculata*) et d'arachide, qui produisent une biomasse moyenne de 5 t/ha de matière sèche. Ce fourrage est de bonne qualité avec 0,5 UFL/kg de matière sèche et 57 à 93 g de MAD par kilo de matière sèche. Vingt-six espèces fourragères ont été testées et leurs itinéraires techniques sont bien connus.

La conservation des ressources fourragères qui permet de stabiliser leur valeur nutritive, est également un élément important dans la gestion de la biomasse disponible. Dans les conditions d'élevage traditionnel en saison sèche, la conservation peut se faire par le séchage à l'ombre, qui ne détériore pas la qualité du fourrage frais pour les ligneux.

VI. VARIETES IDENTIFIEES ET TECHNOLOGIES D'ADAPTATION

VI.1. Variétés identifiées pour les cultures vivrières

VI.1.1. Le mil précoce (Souna III)

Le mil est cultivé soit en culture pure dans les champs de case ou en rotation avec l'arachide dans les champs de brousse, soit en culture associée avec le niébé dans la zone.

Pour la Souna-3, une densité de 10 000 à 30 000 plants/ha avec des écartements de 90 cm x 90 cm a été préconisée. Le semis mécanique est pratiqué avec un disque Bambey 70 n, 2 à 4 trous à la dose de 3 à 5 kg/ha (Havard, 1986).

Pour la fertilisation, la dose de 150 kg/ha de 14-7-7 pour la fumure minérale légère à rentabilité immédiate, et une fumure forte de 10-21-21 (NPK) à la dose de 150 kg/ha pour les thèmes dits lourds avec phosphatage de fond de 400 kg/ha de phosphate tricalcique a été préconisé. Pour optimiser le rendement, un apport fractionné en bandes localisées de 100 kg/ha d'urée (50 % à la montaison et 50 % à la floraison) est préconisé.

Parmi les techniques de lutte, on peut citer la résistance variétale, la lutte chimique par traitement des semences à l'Apron-plus et les techniques culturales, comme l'arrachage et l'incinération des plants malades. Deux sarclo-binages sont essentiels pour lutter contre les mauvaises herbes.

VI.1.2. Le Niébé

Le niébé et le mil ont un effet bénéfique mutuel et doivent être cultivés en rotation. Le précédent de mil peut limiter les populations de champignons responsables de la fonte des semis chez le niébé, alors que le niébé peut causer une germination « suicide » de *Striga hermonthica*, une plante parasite du mil qui ne s'attaque pas au niébé.

Un labour profond de 15 à 20 cm en début d'hivernage, suivi d'un passage croisé à la herse, assure des conditions optimales de levée et de croissance de la culture. Le niébé est une légumineuse, donc capable de fixer l'azote atmosphérique (jusqu'à 75 % de ses besoins en azote), elle est moins dépendante des éléments du sol. Une fertilisation de 9 kg/ha de N, 30 kg de P₂O₅ et 15 kg/ha de K₂O avant le semis est suffisante pour une production correcte (Thiaw *et al.*, 1993), ce qui correspond à une fertilisation de 150 kg/ha de l'engrais ternaire 6-20-10. Un prétraitement des semences au Granox OR 230 PP (carbosulfan 21.5 %, propiconazole 1.5 %) à raison de 4 g/kg de semences est recommandé pour éviter les fontes de semis. Un traitement à la deltaméthrine permet de combattre les thrips avec un premier traitement de 15 g/ha dès l'apparition des boutons floraux et par un second 7 à 10 jours plus tard.

VI.1.3. L'arachide

L'arachide occupe une place variable dans l'assolement. Dans les zones où prédominent les sols sableux et érosifs, une rotation de type jachère-mil-arachide est préconisée. Dans le cas contraire la rotation continue arachide-céréale peut être envisagée en veillant à maintenir un

bon niveau de matière organique dans le sol pour assurer la reproductibilité de ce système (Schilling, 1893). La date de semis doit être le plus précoce possible, car un retard de 3 semaines par rapport à la première pluie utile entraîne une chute de 25 % du rendement chez les variétés hâtives de 85 à 90 jours et de 50 % chez les tardives de 115 à 125 jours (IRHO, 1989). Le semis est effectué en ligne à 3 cm de profondeur. Le sarclo-buttage permet de protéger la matière organique du ruissellement en l'enfouissant dans la micro butte (Sène, 1995). La fertilisation recommandée dans la zone de Thiès, pour les thèmes légers, est de 150 kg/ha de 6-20-10, de 6-10-20 à Thiénaba et pour les thèmes lourds, de 150 kg/ha de 8-18-27 pour toute la zone (Ganry et Siband, 1974). En culture irriguée, la formule 10-10-20 à la dose de 200 kg/ha dans les 15 jours qui suivent le semis est recommandé.

VI.2. Variétés identifiées pour les cultures horticoles

VI.2.1. Le manioc

La plantation a lieu de juin à août avec une densité de 11 100 plants/ha (CDH 1986 ; Beniest *et al.*, 1987 ; FAO, 1998a). Les boutures sont choisies parmi les plantes mères d'au moins 8 mois exemptes de virose. Elles doivent avoir 5 à 6 yeux en bon état, tournés vers le haut lors de la plantation. Une fumure de fond de 5 à 10 t/ha de matière organique et de 600 kg/ha de 10-10-20 est recommandée.

Pour lutter contre les cochenilles et la mosaïque le trempage préalable des boutures saines dans des solutions de diméthoate est préconisé. L'utilisation du carbofuran, de l'oxamyl, de l'éthoprophos et du neem permet de lutter contre les nématodes.

VI.2.2. La tomate

La tomate préfère des sols pas trop lourds, profonds et meubles, riches en matière organique. Les semis peuvent se faire toute l'année avec une densité de 25 000 plants/ha (CDH, 1986 ; Beniest *et al.*, 1987 ; FAO, 1998a). 30 à 40 t/ha de matière organique et de 400 kg/ha de 10-10-20 de fumure de fond sont recommandées. La fumure d'entretien est de 200 kg/ha de 10-10-20. Les apports se feront de façon fractionnée à 15, 30, 50 et 80 jours après le repiquage. L'irrigation recommandée est de 7,3 mm/j par aspersion et de 5,1 mm/j au goutte-à-goutte.

Le traitement à la deltaméthrine, à l'acéphate et au thiamétoxame sont préconisés pour lutter contre les lépidoptères, la mouche blanche et les pucerons. L'endosulfan et le dicofol sont préconisés contre l'acariose bronzée. Des stratégies de lutte intégrée ont été développées contre certains prédateurs comme la noctuelle: utilisation de seuils d'intervention,

application du binaire Baculovirus-deltamétrine. L'utilisation des mottes est recommandée afin de raccourcir la phase de pépinière d'une semaine, mais aussi de réduire les infestations de nématodes au champ grâce à une bonne protection des racines trichogrammes, parasites des œufs.

VI.2.3. Le chou.

Pour le chou chinois, les semis peuvent se faire toute l'année, mais essentiellement d'octobre à novembre. La fumure d'entretien est de 250 kg/ha de 10-10-20, 20 et doit être apportée 40 jours après le repiquage. L'irrigation est de 8,2 mm/j par aspersion et de 5,7 mm/j au goutte-à-goutte.

Pour le chou pommé, les semis sont préconisés pendant toute l'année. La densité de plantation est de 81 600 plants/ha (CDH, 1986 ; Beniest *et al.*, 1987 ; FAO, 1998a). Une dose de 20 à 30 t/ha de matière organique et de 250 à 300 kg/ha de 10-10-20 est préconisée comme fumure de fond. Une fumure d'entretien de 200 kg/ha de 10-10-20, 20 sera apportée à 35 jours après le repiquage. Les doses et la fréquence d'irrigation sont les mêmes que pour le chou chinois.

VI.2.4. Les agrumes

Pour les agrumes, de nombreuses expérimentations ont été réalisées sur la sélection de porte-greffe. Les recherches obtenues ont retenu les espèces et variétés suivantes en fonction de leur adaptation au milieu, de leur vigueur et de leur sensibilité aux maladies et ravageurs (Telemans, 1995c): le bigaradier (comme porte-greffe du citronnier), le citrange Troyer et Carizo, les limes Tahiti, la mandarine Fremont, la Clémentine et le Cléopâtre, l'orange Washington Navels.

Sur substrat sablonneux, la fumure recommandée en pépinière est de 10 g d'urée dilués dans 10 l d'eau, apportée toutes les deux semaines en application foliaire.

Le repiquage est recommandé au stade où les 4-6 feuilles sont bien développées. La distance de plantation est de 7 x 7 m pour les orangers, tangelos, tangors, citronniers et limettiers, de 6 x 6 m pour les mandariniers et de 9 x 9 m pour les pomelos (Telemans, 1995c, 1995f). Il est nécessaire d'apporter 30 à 40 t/ha de fumier pour la plantation.

La pluviométrie nécessaire est de 150 mm/mois. L'irrigation localisée au goutte-à-goutte est également préconisée.

Contre les cochenilles, il est recommandé d'utiliser le diméthoate ou le méthamidophos. Le contrôle des pucerons est effectué grâce au pyrimicarbe ou au méthomyl. Le faux ver rose ainsi que les mouches des fruits sont combattues par la deltaméthrine et le diméthoate. En outre, le dicofol et le méthamidophos permettent de bien contrôler les populations d'acariens.

VI.2.5. La Mangue

Pour les manguiers, il faudra éviter les sols très lourds à forte teneur en argile ainsi que les sols sablonneux. Une analyse préalable du sol est nécessaire pour les vergers. Les principales variétés recommandées sont (Telemans, 1995a, 1995b, 1995f) : i) Irwin (variété précoce à fruits colorés de calibre commercialisable) ; ii) le Zill (variété de pleine saison à production abondante et bonne tenue au transport) ; iii) la variété Eldon (variété de pleine saison très productive et d'excellente qualité gustative) ; la variété Keitt (variété tardive résistante à l'antracnose) ; iv) et le Kent (variété aux fruits bien colorés).

Pour les pépinières, le semis en ligne des noyaux dans des planches permet de faire des économies considérables de semences et d'eau. Pour la plantation, les distances préconisées sont en règle générale de 8 x 8 m à 10 x 10 m. Un sous-solage profond (60 à 80 cm) de l'ensemble du terrain est recommandé et éventuellement des apports de fumier de 30 à 40 t/ha. Un trou de plantation de 80 x 80 x 80 cm est effectué avec 50 l de fumier bien décomposé, du sulfate de potasse et du phosphate tricalcique.

Pour les jeunes plants une irrigation de 150 l/mois est nécessaire pour la première année, 300 l/mois pour la 2nd année et 500 l/mois pour la 3^{eme} année (Telemann, 1995b).

Pour la lutte contre les cochenilles, il est recommandé d'utiliser le diméthoate. Le contrôle des pucerons est effectué grâce au pyrimicarbe ou au méthomyl. Le deltaméthrine et le diméthoate permettent de lutter contre les mouches des fruits. Le dicofol et le méthami-dophos permettent de contrôler bien les populations d'acariens.

VI.3. Variétés identifiées pour les cultures fourragères

Le développement des cultures fourragères ne sera possible que si elles visent une intensification et une valorisation des productions à forte valeur ajoutée (lait, viande, travail des animaux), luttent contre la dégradation des sols ou amélioration de leur fertilité (remplacement de la jachère, séquestration du carbone et de l'azote dans le sol, production de fumier) et contribuent à la lutte contre l'érosion et la désertification (Diouf et Rippstein, 2004 ; Diop et al., 1992 ; Rippstein et al., 2004). Les cultures fourragères ne pourront être pratiquées

que par des agro éleveurs possédant une superficie importante de terres, des animaux en production (lait, viande, travail), une main-d'oeuvre suffisante et un équipement agricole adapté (charrue, bineuse, charrette). Enfin, la disponibilité des semences fourragères est indispensable au développement des cultures. Des projets visent actuellement à inciter les agro-éleveurs à produire des semences fourragères, pour une large diffusion au Sénégal et éventuellement pour l'exportation, ce qui pourrait leur fournir des revenus additionnels importants.

VI.3.1. Le Pois d'Angole

L'utilisation du pois d'Angole (*Cajanus cajan*) comme plante fourragère dans l'agroforesterie a été préconisé par la recherche. Cette légumineuse, est un arbre prometteur mais peu connu dans la zone. Elle donne des pois comestibles, du fourrage, fixe l'azote et rend le phosphore disponible. Elle peut être souvent utilisée dans les jachères améliorées. Le semis peut se faire en lignes continues, en poquets ou à la volée. Dans le cas du semis en poquets environ 5 à 10 grains sont semés par poquet.

Les feuilles de la plante peuvent être utilisées pour l'affouragement des animaux. Ces feuilles sont riches à la fois en protéines (21-25%/MS) et en fibres (30-35% de cellulose brute/MS).

VI.3.2. Le niébé Fourrager

Les fanes de niébé, souvent de meilleure qualité que les fanes d'arachide, sont cultivées dans la zone pour l'alimentation des animaux. Le fourrage du niébé est de bonne qualité avec 0,5 UFL/kg de matière sèche et 57 à 93 g de MAD par kilo de matière sèche.

Trois critères ont été retenus pour les cultures fourragères du niébé: i) un développement végétatif important (ce qui va souvent de pair avec un cycle long) ; ii) la résistance aux maladies afin d'obtenir un feuillage très sain des tiges fines ; iii) et un bon rapport feuillus/tiges pour la facilité et la rapidité de la fenaison et une bonne valorisation fourragère (ingestibilité, digestible). Le niébé est très sensible aux nématodes, il faut donc prendre garde à la monoculture ou aux précédents sensibles.

Le désherbage est effectué par un voie chimique a en utilisant le Stomp F34 (pendimethaline (4)) à 4 litre/ha (2300 F CFA/11 en prélever post-semis. Sinon deux binages manuels classiques à 15 et 30 jours du semis nécessitent à chaque fois de 8 à 10 journées de travail. Les parties vertes du niébé comme les fanes après la récolte des graines peuvent être utilisées pour l'alimentation des lapins comme sources de protéines (17-30% /MS) et de fibres (18-29% de

cellulose brute /MS). Les gousses vides obtenues après battage des grains forment aussi une source intéressante de fibres (32-35% de cellulose brute /MS), mais elles sont pauvres en protéines (12-14% /MS).

VI.3.3. Valorisation des résidus de récolte

L'insuffisance de fourrage de qualité acceptable est le problème clef de l'élevage au Sénégal. C'est pour ces raisons que dans cette étude, une amélioration de la qualité et de la quantité de l'alimentation des bovins et ovins est recommandée pour la zone. Cette amélioration peut se faire à travers l'utilisation de la culture fourragère (fourrage de niébé et du pois d'angole) et une exploitation des résidus de récolte (fanés de niébé et d'arachide) dans la supplémentation des animaux.

Les sous-produits agricoles se classent en deux grandes catégories : les résidus agricoles (fanés de légumineuses, pailles de céréales) et les sous produits industriels (sons de céréales et de légumineuses, tourteaux et produits divers issus du traitement des produits agricoles).

Les sous produits de l'arachide (fanés, coques et tourteaux) sont valorisés pour l'alimentation du bétail. Les cultures familiales telles que le mil, le sorgho, le maïs et le niébé fournissent également des pailles, des fanés et des sons et sont généralement utilisées par les troupeaux dans les champs après récolte (tableau 2). Cependant pour couvrir les besoins d'entretien en azote et fournir une ration équilibrée certains tourteaux comme celui d'arachide ou de coton peuvent être utilisé comme supplément avec les résidus de céréales qui possèdent généralement de faible teneur en azote (par exemple $34,7 \text{ g kg}^{-1} \text{ MO}$ en moyenne pour les fanés de niébé).

Les plants de manioc peuvent également être utilisés comme fourrage. Ils sont coupés à environ 40 cm de hauteur et hachés en fragments. Ce fourrage peut être utilisé, à raison de 5 kg par jour, pour fournir des protéines aux ruminants.

Tableau 2. Valeur nutritive des sous-produits agricoles et agro-industriels.

Produits	UFL (g/kg MS)	MAD (g/kg MS)
Fanes d'arachide	0,62	69
Fanes de niébé	0,64	92
Pailles de mil	0,34	19
Tourteau d'arachide industriel	1,06	510
Tourteau d'arachide artisanal	1,3	429

UFL : unités fourragères lait ; MAD : matières azotées digestibles ; MS : Matière sèche

VI.4. Technologies d'adaptation identifiées

VI.4.1. Techniques de fertilisation

a. Cultures vivrières

Les semences de variétés améliorées requièrent, pour exprimer convenablement leur performance potentielle en termes de rendement et de qualité des produits, une bonne fertilisation minérale et organique.

Le phosphatage de fonds a été recommandé pour l'arachide. Les phosphates de Taïba, peuvent être appliqués à raison de 400 kg/ha, et le phosphate de Matam, qui aurait la même efficacité que le super triple (Cissé, 1986). Dans la zone de Thiès, 100 kg/ha de phosphate de Matam, soit 30 kg/ha de P₂O, procurent un rendement moyen de 1,4 t/ha de gousses chez la variété 73-30.

Les études de IRHO (1992) préconisent un enfouissement de faibles doses de matière organique de 1,5 à 3 t/ha pour l'arachide. Cet apport de matière organique permet de réaliser une économie d'engrais minéral et induit une amélioration des sols, dont le bénéfice se fait sentir jusqu'à 3 ans après l'épandage. De plus, la présence de fumier réduit significativement les pertes par lixiviation en azote, potassium et calcium (Cissé, 1986).

En règle générale, il est préconisé d'apporter la fumure organique sur la céréale cultivée et d'épandre la fumure minérale sur l'arachide cultivée en rotation. Selon Ndiaye et al., (2000) une utilisation des résidus de poisson fumé comme amendement organique à la dose de 2 t/ha procure des augmentations de rendement de 0,25 à 0,7 t/ha de gousses et représente une alternative intéressante.

Pour les cultures vivrières il faudra privilégier des options simples comme l'utilisation des résidus de récolte ou les techniques agro forestières.

Tableau 3 : Fertilisation minérale préconisée pour la zone de Thiès

Cultures	Légère F1		Semi intensive F2	Intensive F3
Arachide	6-20-10	150 kg/ha		250
Nièbé	06-10-20	151 kg/ha		250
			10-21-21	150
Mil	14-7-7	150	urée	150

a. Fertilisation pour les cultures horticoles

Pour les jardins de case, les jardins potagers et les vergers qui sont proches des habitations, il faudra préconiser des techniques simples de compostage et l'utilisation du fumier. Des essais participatifs avec les paysans seront nécessaires pour trouver des formules les moins intensives possibles en main d'œuvre, permettant de laisser les résidus se dégrader sur les parcelles agricoles tout en développant un équilibre écologique du sol et en intégrant des méthodes biologiques de protection des cultures.

Pour pallier la non disponibilité de la matière organique, la recherche préconise également l'apport localisé (zaï) dans les trous de plantation. Cet apport localisé permettra d'économiser les ressources organiques et hydriques dans les vergers.

VI.4.2. Techniques d'irrigation pour les cultures horticoles

La micro-irrigation connue sous le nom de « goutte à goutte », est la méthode préconisée en zone aride car elle réduit au minimum l'utilisation de l'eau et de l'engrais. Ces systèmes de micro-irrigation permettent de mélanger l'engrais liquide ou les pesticides à l'eau d'irrigation. Si elle est correctement conçue, installée, et contrôlée, la micro-irrigation peut aider à réaliser d'importantes économies d'eau par la réduction de l'évaporation. En outre, le goutte à goutte

permet également d'éliminer beaucoup de maladies qui naissent du contact de l'eau avec le feuillage. Dans ces sols à texture sableuse, la meilleure technique consiste à irriguer aussi lentement que possible (moins de 1 litre par heure).

Cependant l'installation d'un tel système d'irrigation nécessite des connaissances préalables de : i) la réserve d'eau facilement utilisable des sols (RFU) ; ii) quantifier la fréquence, la dose et la disponibilité de la ressource en eau ; iii) d'optimiser les lignes d'irrigation après un calcul des pertes de charges et la prise en compte du relief ; iv) et d'effectuer le mulchage des pieds des arbres. Il est nécessaire également de façonner les rigoles d'irrigation perpendiculairement aux canaux irrigateurs.

VI.4.3. Techniques de Lutte phytosanitaire

Les méthodes de lutte dites biologiques sont à encourager pour assoir des méthodes de protection intégrées, efficaces et moins toxiques. L'efficacité biologique de bio pesticide contre les principaux ennemis de la tomate a été étudiée. Les résultats ont montré que la sévérité de la virose de la tomate est plus marquée chez le traitement au niveau de la pépinière non protégée. L'application de l'extrait aqueux de « neem » donne le plus faible des taux de sévérité de la virose. Pour les dégâts sur les feuilles causées par *Heliothis armigera*, le traitement au Mospilan a permis un meilleur contrôle du vecteur.

Pour la lutte biologique (*Cassia occidentalis* L., *Securidaca longepedunculata* Fresen et *Boscia senegalensis*) à effet insecticide se sont avérées prometteuses pour la conservation du niébé. L'huile extraite des graines de *C. occidentalis* présente des effets ovicides et larvicides. La poudre de feuilles de *S. longepedunculata*, à la concentration de 5 à 10 % (P/P), réduit voire inhibe l'émergence d'une nouvelle génération de *C. maculatus*. L'écorce de racines de *S. longepedunculata*, les feuilles fraîches broyées et les fruits frais broyés de *Boscia senegalensis* ont un effet fumigeant sur la bruche du niébé (Seck *et al.*, 1996).

VI.4.4. Technologies post récolte

Le Sénégal, à l'image de la plupart des pays sahéliens, enregistre des pertes post-récolte qui peuvent atteindre 30 %. La méthode traditionnelle de séchage des récoltes à l'air libre sur le sol présente des inconvénients : temps de séchage long, problèmes d'hygiène liés à la présence de mouches, d'insectes et de poussière. Des travaux ont été menés afin de réduire ces pertes et d'améliorer la qualité des grains par la mise au point de technologies adaptées pour le stockage et la conservation.

a. Conservation de l'arachide

Pour assurer une meilleure conservation des récoltes, l'humidité des grains ne doit pas être supérieure à 13 %. Les fûts métalliques appelés cana-greniers, étanches permettent d'asphyxier les insectes présents dans les grains. Ce système est utilisé principalement pour le mil, le niébé, le sorgho et l'arachide décortiquée. Les fûts permettent une bonne conservation mais aussi permettent de maintenir la qualité germinative des grains (semences).

L'infestation des graines d'arachide peut intervenir à différents stades des opérations post récolte :

- au cours du séchage qui suit la récolte, notamment lorsque l'humidité relative est élevée, supérieure à 80 %. La mauvaise disposition des plants mis à sécher et le faible ensoleillement favorise l'infestation ;
- La craquelure des coques lors du battage favorise également leur infestation par *Aspergillus* ;
- La ré humidification des stocks par des pluies tardives ou le transfert de poches d'humidité et de chaleur dans des infrastructures de stockage insuffisamment aérées favorise également l'infestation des graines.

Plusieurs techniques permettent de minimiser les dégâts sur les graines susceptibles d'être contaminées par l'aflatoxine. Les méthodes de conditionnement et de stockage permettent de réduire la contamination. Par ailleurs l'enrobage des semences par voie liquide avec une préparation fongicide-insecticide est également recommandé. Les traitements à l'Actellic, le Bromophos et le Nuvanol sont préconisés après trois mois de stockage des graines d'arachide. L'insecticide doit être appliqué par brassage à raison de 500 g/t, en plus d'un traitement de couverture de 100 g/m².

b. Conservation post récolte du niébé

Pour le niébé, l'infestation par la bruche représente le principal problème pour la conservation post récolte qui peut entraîner une dépréciation du grain. L'infestation commence au champ et s'aggrave lors du stockage surtout au niveau paysan. L'utilisation du Pirimiphos methyl (Actellic 2%), rend la graine moins vulnérable aux attaques des larves et des bruches. Cependant la méthode de stockage en fût métallique (cité plus haut) s'est révélée plus efficace que le traitement chimique au Pirimiphos methyl (Actellic 2%). Le pourcentage d'attaque dans

le fût métallique a été de 2% contre 21% pour l'Actellic. Le battage permet également de diminuer le pourcentage d'attaque et d'augmenter la mortalité des individus dans le sac.

c. Conservation du fourrage

Pour faire face aux besoins des animaux en toutes saisons, il est nécessaire de conserver le fourrage. Deux méthodes sont principalement préconisées : le séchage naturel qui permet de produire le foin et l'ensilage.

L'ensilage est un mode de conservation par voie humide, basé sur une fermentation acide plus ou moins contrôlée en stockant la matière humide densément serrée dans des silos: Cette pratique peut être utilisée pour la conservation des plantes de Maïs et manioc. Hacher finement les plants 1 à 2 cm, tasser entre deux murs en béton pour éviter la fermentation, couvrir, et n'exposer que la quantité utile à l'ouverture. L'ensilage peut apporter jusqu'à 40-50 g/kg de PB valeur fourragère : 0,4-0,5 UF /kg de MS. Pour réussir un ensilage, quelques points sont à respecter il faudra isoler le fourrage de la terre (bétonner le sol si possible) ; assurer un écoulement des jus ; assurer un compactage rapide et puissant du silo de façon à chasser l'air. Dans ce but, on peut faire appel à de simples fosses d'ensilage et à un matériel très simple tant pour la récolte que pour l'ensilage.

VI.4.5. Techniques de mise en place des Vergers

L'aménagement du terrain est très important (brise-vent, irrigation, drainage) pendant la mise en place des vergers, pour minimiser la pression sur les ressources. Cette aménagement nécessite une connaissance préalable du terrain et notamment les caractéristiques physiques et chimiques des sols. La taille, le paillage et le désherbage sont également des techniques recommandés pour une bonne gestion des vergers. Ces aménagements permettent d'amoindrir les effets néfastes de l'érosion éolienne et hydrique et l'impact du vent sur les végétaux. Dans la zone d'étude qui fait partie de la zone sahélienne, différentes techniques sont préconisées pour l'aménagement des vergers (Haie vives, brise vents...). Ces technologies permettent d'améliorer les réserves hydriques du sol et assure de meilleures conditions de croissance aux jeunes plants.

a. Les haies vives défensives

Les haies vives défensives peuvent être utilisées dans les champs maraîchers et dans les vergers fruitiers. Ils servent à lutter contre la divagation du bétail et les incursions humaines dans les vergers. La mise en défens et l'aménagement des bas-fonds sont deux techniques agro

forestières intéressantes à développer dans la zone concernant les exploitations maraichères. La pratique de la mise en défens couplée à un code de conduite bien respecté, permet de diminuer ou d'éliminer les tensions entre transhumants et locaux et d'établir des mécanismes d'échange de services. Le fait de faire des mises en défens dans les parcours de bétail permet de récupérer les ressources fourragères, les ressources ligneuses et plusieurs espèces de fruitiers forestiers et de plantes utiles en pharmacopée. Les espèces recommandées pour la région de Thiès sont les Acacias (*mellifera*, *nilotica* var. *adansonii*, *senegal* et *tortilis raddiana*), le *Jatropha curcas* et le *Z. mauritiana*.

b. Les techniques de brise-vent

Les arbres à développement rapide comme le Casuarina, *Leucaena* et *Cajanus cajan* sont recommandés pour les brise-vent permanents. Ces derniers permettent un bon ancrage au sol et freinent la dégradation des ressources en sols et en eau due aux phénomènes d'érosion. Ces brise-vent protègent aussi les végétaux des vents. La liste d'espèces utilisables pour la zone de Thiès est *Acacia holosericea*, *A. tumida*, *Azadiracta indica*, *E. camaldulensis*, *P. juliflora*.

La taille est une pratique nécessaire pour former les arbres ou améliorer leur fructification.

VI.4.6. Techniques de défense et de restauration des sols (DRS)

Les techniques de DRS permettent une utilisation correcte des sols par les populations pour la satisfaction de leurs besoins immédiats tout en préservant les facteurs naturels de production et l'environnement. Le travail de DSR se fait généralement en deux phases.

a. Phase de diagnostique

La réalisation des DRS nécessite une caractérisation à la fois physique, biologique et socioéconomique de la zone d'étude. Elle concernera précisément la collecte et l'analyse de données topographiques (localisation, relief), données hydrologiques (hydrographie), données climatiques (climat), données pédologiques (sols), données biologiques (flore/faune) et données socio-économiques (démographie/activités socioéconomiques). A partir de constats de terrain et d'une analyse comparative des sites ayant subi les dégradations à échelle plus ou moins grande, l'opérateur procédera à l'indexation des facteurs possibles, soit naturels comme le vent ou les eaux de ruissellement, soit humains comme les pratiques agricoles inadaptées. Dans chaque situation étudiée, l'étendue des impacts sera mesurée en superficie atteinte et en ampleur de dégradation. Ce travail sur le terrain avant d'être reporté sur une carte d'analyse de l'état des lieux.

b. Phase d'application

L'application se fera à partir de procédés biologiques ou mécaniques suivant les contraintes identifiées. Les procédés biologiques doivent aboutir à conférer au sol une résistance accrue à l'attaque hydrique ou éolienne en utilisant l'action de la végétation naturelle ou cultivée (techniques agroforestières). Les procédés mécaniques doivent quant à eux servir au contrôle du ruissellement par la réduction ou la suppression de la pente, permettant ainsi de réduire la vitesse des eaux et leur force d'entraînement de la couche superficielle du sol. Les procédés mécaniques consistent à élever des obstacles au ruissellement par des travaux de terrassement exécutés soit à la main, soit avec des moyens mécaniques.

Les procédés biologiques peuvent être employés seuls, alors que les procédés mécaniques doivent toujours être renforcés par les procédés biologiques. Les premiers suffisent en général lorsque la pente est faible. Mais dès que la pente devient forte et que les risques d'érosion augmentent, il faut consolider par des moyens mécaniques la protection des terres.

Les procédés mécaniques qui peuvent être utilisés :

- **Les Dignes/diguettes** : Elles permettent de protéger les champs, les pistes et les villages contre les eaux de ruissellement et des crues de cours d'eau. Elles servent également à corriger les rigoles, les torrents et les ravines. Elles sont faites en différents matériaux : terre, gabions, pierres sèches,
- **Les Cordons pierreux** : Ce sont des alignements de pierres (de diamètre > 15cm) placées les unes contre les autres sur 2-4 rangées, disposées selon les courbes de niveau. Ils ont le même objectif de lutte anti-érosive que les haies vives doublées de bandes herbacées : ouvrage filtrant pour freiner le passage de l'eau (le plus en amont possible) afin d'éviter une accumulation de trop de force (énergie) par la vitesse. La contrainte majeure est l'approvisionnement en pierres.
- **Les Haies vives** : Elles constituent une alternative économique aux clôtures mortes: elles économisent du travail et l'agriculteur peut en tirer des produits commercialisables: perches, fruits, etc.

- **Les Pare-feu :** Le pare-feu traditionnel s'établit en démarquant deux layons de 2 mètres, écartés d'au moins 25 mètres qui doivent être bien désherbés. L'inter bande sera brûlée à la fin de la saison pluvieuse, en plusieurs fois s'il le faut.
- **Les Pare-feu « vivant » et feu précoce :** cette méthode consiste à soutenir ou planter une formation végétale « non-brûlable » précocement à la place du pare-feu et d'allumer le feu précoce en bordure.
- **Les Fascines :** Ce sont des obstacles à l'écoulement dans les rigoles et les ravines de faibles dimensions (< 1 m²). Les fascines doivent être construites bien à l'amont des premières manifestations de creusement liées au ruissellement concentré de l'eau. Elles sont constituées de branchages entrelacés entre les pieux bien ancrés, formant des petits seuils déversoirs entraînant le dépôt des sédiments en amont et permettant de rétablir le profil d'équilibre du chenal. La structure de base sera constituée de poteaux bien enfoncés et des troncs mis en travers de l'écoulement en les ancrant bien soigneusement dans les rives. La hauteur maximale de l'ouvrage ne dépassera pas les 2/3 de la hauteur du ravin.

VII. RECOMMANDATION POUR UN PLAN DE DIFFUSION DES TECHNOLOGIES

VII.1. Plan d'acquisition des semences

Malgré leur importance dans le dispositif agricole, la disponibilité des semences de qualités au niveau des producteurs pose souvent problème. Pour l'organisation de la production, l'Etat avait mise en place un dispositif de fourniture de semences certifiées aux producteurs. Cependant la filière semence rencontre d'énormes difficultés liées à l'option de libéralisation de ce secteur, notamment à la suite de catastrophes naturelles. Cependant l'Etat se charge de définir les grandes orientations de recherche en matière de semences, d'assurer la tutelle des organismes de contrôle des semences et des prix et veille au renouvellement du capital semencier national. Les opérateurs privés semenciers comme l'UNIS (Union nationale interprofessionnelle des producteurs de semences), ont pris le relais du programme autonome semencier. La vente au comptant est assurée par les opérateurs privés membres de l'UNIS. Cependant l'UNIS n'arrive pas à produire plus du quart des besoins nationaux en semences et les structures de conservation en milieu paysan sont devenues obsolètes.

D'autres systèmes d'approvisionnement devront être testés pour augmenter la part des semences de qualité dans le capital semencier national. La production de semences communautaires pourrait être une issue, quand on sait que pour cette méthode, les producteurs sont impliqués à toutes les étapes de production, depuis l'évaluation en milieu paysan jusqu'à la production de semences certifiées. Actuellement on voit apparaître beaucoup d'initiatives surtout dans le Bassin Arachidier qui tendent toutes à produire des semences au niveau local (semences communautaires). Les acteurs sont souvent des organisations de producteurs qui sont encadrées soit par des ONG, ou des Projets ou par l'ANCAR.

Une autre alternative est de mettre en place au niveau de la zone, un système de production de prébases en collaboration avec les acteurs de la recherche. Pour ce faire des protocoles de multiplication de semences sont disponibles au niveau de l'ISRA. La multiplication des semences se fera à partir de prébase issue des sélectionneurs (G1 à G3) en station selon les itinéraires techniques développés par la recherche appliqués dans le processus de production de prébase. Ce qui permettra de rendre disponible les semences de prébase en quantité suffisante. Les différentes spéculations ciblées, les quantités et les zones de culture seront identifiées dans le protocole. L'ISRA se chargera également d'accompagner les acteurs dans la mise en place et le suivi pour la production de bases et de semences certifiées. La seconde étape consistera à accompagner les producteurs sélectionnés dans la zone pour la multiplication des bases. Le résultat attendu est le développement d'un programme de partenariat non seulement entre l'ISRA et les bailleurs pour la production de semences sélectionnées homologués, mais aussi entre les bailleurs et les producteurs locaux pour la multiplication et la commercialisation de semences dans la zone identifiée. Les structures techniques assureront le suivi et l'évaluation pendant la durée de la mise en œuvre du Protocole.

VII.2. Plan de communication et de diffusion des technologies

Le plan de communication proposée pour la diffusion des technologies identifiées se fera en deux étapes : i) une première étape théorique qui concernera à la sensibilisation des acteurs ; ii) et une seconde étape qui consistera à la formation des producteurs aux techniques de production et de conservation des récoltes.

a. Information/Sensibilisation

Il s'agira d'organiser des réunions d'information et de sensibilisation des populations sur le phénomène lies à la production et aux technologies à diffuser. Le but visé étant de rendre les populations conscientes de la nécessité d'entreprendre des actions correctives sinon préventives contre les facteurs qui contribuent à baisse de la productivité des terres et aux phénomènes liés aux changements climatiques. Cette étape pourrait également comporter, outre les séances d'animation villageoise et les échanges inter-paysans. Les nouvelles technologies de communication à travers la diffusion de CD ROME et de cassettes vidéo peuvent être mises en œuvre.

b. Formation/application

La formation des producteurs rentre dans le cadre de la valorisation des technologies proposées pour la région. Pour cela l'organisation d'ateliers de formation pratique de terrain est généralement recommandée. Cette organisation se fera de manière séquentielle. Il s'agira d'élaborer des outils de dissémination des technologies identifiées par le biais de champs écoles, de parcelles communautaires et de fiches techniques. La formation sera effectuée en langue national (ouolof, serrer...) selon les ethnies dominantes dans la zone d'intervention. Les producteurs identifiés dans les différentes zones seront invités à participer à la mise en place des parcelles de démonstration. Des visites ou échanges inter-paysans (paysans pilotes) suivront ensuite et permettront de cibler un groupe plus large.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Annerose D.J.M., 1990.** Recherche sur les mécanismes physiologiques d'adaptation à la sécheresse : application au cas de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) cultivée au Sénégal. Thèse, université Paris III, 282 p.
- Annerose D.J.M., 1991.** Caractérisation de la sécheresse agronomique en zone semi-aride. II. Evaluation des formes de sécheresse agronomique de l'arachide au Sénégal par la simulation hydrique de la culture. *Oléagineux*, 46 : 61-67.
- Beniest J., D'hont-Defrancq M., Coly E.V., De Maeyer L., 1987.** Guide pratique du maraîchage au Sénégal. Clairafrique, Dakar, Cahiers d'information n. 1, 144 p.
- CDH, 1986.** Les cultures maraîchères au Sénégal : bilan des activités du CDH de 1972 à 1985. CDH, Dakar, 265 p.
- Clavel C., Sarr B., Marone E., Ortiz R., 2004.** Potential agronomic and physiological traits of spanish groundnut varieties (*Arachis hypogaea* L.) as selection criteria under end-of-cycle drought conditions. *Agronomie*, 24 : 101-111.
- Clavel D., Ndoye O., 1997.** La carte variétale de l'arachide au Sénégal. *Agriculture et développement*, 14 : 41-46.
- Cissé L., Vachaud G., 1988.** Influence d'apports de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux du Nord-Sénégal. I. Bilans de consommation, production et développement racinaire. *Agronomie*, 8 : 315-326.
- Collingwood E.F., Bourdhoux L., Defrancq M., 1984.** Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal. CDH, Dakar, 95 p.
- Cortier B., Pochier G., Imbernon J., 1988.** Le maïs au Sénégal : effets des techniques culturales et des conditions hydriques en cultures pluviales. *L'Agronomie tropicale*, 43 : 85-90.
- Diagne M., 1992.** Zonage des cycles potentiels de l'arachide au Sénégal : rapport final sur le zonage des risques de sécheresse en Afrique soudano-sahélienne et conséquences sur les systèmes de culture. CORAF, R3S, p. 49-57.
- Dieng, A ; Beye, G; Touré, A et Sall, A.** Les effets des changements climatiques sur l'économie rurale dans la région de Thiés : la perception des populations. Rapport CSE , Ifoclim.

Diop A.T. et al., 1992. Constitution des réserves fourragères par fenaison. Cahiers d'information ISRA, 5 : 20 p.

Diop, Mb., 2008. Etude des stratégies alternatives dans les systèmes de production dans le contexte de changement climatique. Rapport CSE : *INFOCLIM*, 60 p

Diouf A., Rippstein G., 2004. Développement des cultures fourragères dans le bassin de l'arachide au Sénégal : typologie socio-économique des exploitations e rentabilité de ces cultures. ITC, Banjul, Animal Production Research Working Paper n. 2., 68 p.

Diouf O., 2000. Réponses agrophysiologiques du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) à la sécheresse : influence de la nutrition azotée. Thèse, université libre de Bruxelles, 160 p.

Mis en forme : Anglais
(Royaume-Uni)

FAO, 1998a. Les pépinières maraîchères en Afrique soudano-sahélienne. FAO, Rome, 90 p.

FAO, 1998b. La production et la protection intégrées appliquées aux cultures maraîchères en Afrique soudano-sahélienne. FAO, Rome, 155 p.

Ganry G., Siband P., 1974. Fertilisation, production et gestion du milieu en zone tropicale sèche. IRAT.

Gupta S.C., Lambert A., Ndoye A.T., 1991. Registration of IBV-8001 pearl millet. Crop Science, 31 : 1382.

Gupta S.C., Ndoye A.T., 1991. Yield stability analysis of promising pearl millet genotypes in Senegal. Maydica, 36 : 83-86.

Gupta S.C., 1984. Programme d'amélioration du mil : développement des pratiques culturales pour les nouvelles variétés. In : Rapport annuel 1983-1984. ISRA, CNRA, Bambey, 32 p.

Hall, E. A. 1984 : Summary Report Research at the University of California , Riverside in 1983. Manuscript - Riverside, CA – UCR Department of Botany and plant Sciences.

Hall, E.A. 1984 : Developing cowpea varieties with improved yield under conditions for Extrem Drought and Heat. Research Highlight 1 (1), East Lansing , MI, Michigan State University Bean/Cowpea CRSP Management Office.

Havard M., 1986. Le semis du mil au Super-Eco en culture attelée. Machinisme agricole tropical, 93 : 15-20.

IRHO, 1989. Arachide et autres plantes annuelles. Oléagineux, 44 : 17-18.

- Marone E., 1996.** Etude des relations hydriques entre le sol et la plante chez l'arachide pour une meilleure définition des concepts de sécheresse et de stress hydrique. Mémoire, ISRA, Dakar, 54 p.
- Mortreuil J.C., 1993.** Une nouvelle variété pour l'Afrique, Fleur-11. Oléagineux, 48 : 92-102.
- Reyniers F.N., Forest F., 1990.** La pluie n'est pas le seul remède à la sécheresse en Afrique. Sécheresse, 1 : 36-49.
- Rippstein G., Diouf A., Sao M., 2004.** Développement des cultures fourragères dans le bassin de l'arachide au Sénégal : motivations et facteurs d'adoption des soles fourragères par les paysans. ITC, Banjul, Animal Production Research Working Paper n. 2., 32 p
- Sarr B., Diouf O., Diouf M., Roy-Macauley H., 2001.** Utilisation de paramètres agromorphologiques comme critères de résistance à la sécheresse chez trois variétés de niébé cultivées au Sénégal et au Niger. Sécheresse, 4 : 259-266.
- Schilling R., 1993.** L'arachide. In : Le développement agricole au Sahel. Tome II. Recherches et techniques. Documents systèmes agraires n. 17, p. 71-87.
- Sène M., 1995.** Influence de l'état hydrique et du comportement mécanique du sol sur l'implantation et la fructification de l'arachide. Thèse de doctorat, ENSA, Montpellier, 112 p.
- Sène M., Perez P., 1994.** Contraintes et possibilités de valorisation des ressources naturelles dans le sud du bassin arachidier (Sine-Saloum, Sénégal). In : Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale, Reyniers F.N., Neteyo L. (éd.). John Libbey, Paris, p. 217-233.
- Telemans B., 1995a.** La culture des manguiers au Sénégal. CDH, Dakar, Fiche technique, 7 p.
- Telemans B., 1995b.** Techniques de production de mangues pour l'exportation. CDH, Dakar, Fiche technique, 8 p.
- Telemans B., 1995c.** La culture des agrumes au Sénégal. CDH, Dakar, Fiche technique, 8 p.

Tableau 4 : Techniques culturales du Mil

Souna -3	Opérations
Préparation terrain	
Semis	<ul style="list-style-type: none">- Semis à sec à 90 x 90 cm, en poquets- Date de semis (20-25 juin)- Désinfection des semences
Démariage	<ul style="list-style-type: none">- 8 à 10 après levée- 1^{er} binage 8 jours après semis- 2^{me} binage, 15 jours après le premier- Autres binages si nécessaires
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none">- Fumure forte, 2nd épandage engrais (urés) au démariage- 3 épandage (urée) au 45 jours après levée
Traitement phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none">- Endosulfan (Thimul 35%) : 800 g m.a./ha ou 2,5 l Thimul 35- 10 à 15 pulvérisations de 15 litres à l'Hectare- 150 à 200 cc de Thimul 35 par pulvérisateur

Tableau 5 : Techniques culturales du Niébé

Variétés :58-125 - Baol Bambey 21, Mougne, Mouride	Opérations
Préparation terrain	<ul style="list-style-type: none"> - Epannage engrais à la volée en mi-juin ; - Passer le canadien en sec en croisant immédiatement après
Semis	<p>Désinfection des semences au fongicide-insecticide vulgarisée pour l'arachide à la dose 300 g de produits pour 100 g de semences</p> <ul style="list-style-type: none"> - Semis à la même période que l'arachide, après 15 mm pluie en début d'hivernage - 2 graines par poquet ou semoir d'un disque de 8 trous - Semis à 50 x 50 cm, 3 graines par poquets, dose de 29 kg/ha - Remplacement des poquets manquants
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> - Premier binage 10 jours après levée - Second binage 15 jours le premier - Autres binages si nécessaires
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Fumure forte, 2nd épannage engrais (urées) au démarrage - 3 épannage (urée) au 45 jours après levée
Traitement phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Endosulfan ou Thimul 35% : - Dose 800 g m.a./ha ou 2,5 l Thimul 35 - 10 à 15 pulvérisations de 15 litres à l'Hectare - 200 cc de Thimul 35 par pulvérisateur - Traitement à 8 jours d'intervalle dès le début de la floraison - Traitement 8 jours avant le début des récoltes (100 cc ou 2,5 l de Thimul 35 /ha)
Récolte	<ul style="list-style-type: none"> - Récolter au fur et à mesure, et traiter immédiatement au champs au lindane 0,75% (100g de produits pour 100 kg de gousses destinée à l'alimentation humaine)

Tableau 6: Techniques culturales de l'arachide

Variété 55-437	Opérations
Préparation terrain	<ul style="list-style-type: none">- Epannage engrais à la volée- Passer le canadien en sec, en croisant immédiatement après
Semis	<ul style="list-style-type: none">- Désinfection au mélange fongicide-insecticide à la dose de 200 g pour 100 g de semences (3 boîtes d'allumettes pour une bassine d'eau contenant 15 kg de semences)- Semoir avec disque de 24 trous-7 mm- Ecartement entre les lignes 45 cm
Entretien	<ul style="list-style-type: none">- 1^{ère} binage 10 jours après semis- Autres binages à la demande
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none">- Fumure forte, 2nd épandage engrais (urés) au démarrage- 3 épandage (urée) au 45 jours après levée
Traitement phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none">- Endosulfan (Thimul 35%) : 800 g m.a./ha ou 2,5 l Thimul 35- 10 à 15 pulvérisations de 15 litres à l'Hectare- 150 à 200 cc de Thimul 35 par pulvérisateur

Tableau 7 : Techniques culturales du manioc

Manioc	Opérations
Plantation	<ul style="list-style-type: none">- Les semis se font toute l'année avec une densité de 55 500 plants/ha
Fertilisation	<ul style="list-style-type: none">- La fumure de fond recommandée est de 5 à 10 t/ha de matière organique et de 600 kg/ha de 10-10-20.
Protection phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none">- Trempage des boutures dans des solutions de diméthoate avant leur plantation ;- Les nématodes peuvent être combattus avec du carbofuran, de l'éthoprophos et du neem.

Tableau 8 : Techniques culturales pour la Tomate

UHN 52-H ; Romitel, Rotella	Opérations
Semis pépinière	<ul style="list-style-type: none"> - 3 g de graines semés sur 3m² de pépinière - Ecarter les lignes de semis de 20 cm - Lors du repiquage, ne repiquer que les plants vigoureux, - courts et trapus, d'environ 15 cm de hauteur, pourvus de 5 à 6 - feuilles, avec une tige de 5 mm de diamètre
Plantation	<ul style="list-style-type: none"> - Planches avec des lignes doubles écartées de 0,5 m - Ecartement de 0,4 à 0,5 m sur la ligne - Repiquage jusqu'à hauteur de la première feuille
Fumure de fonds	<ul style="list-style-type: none"> - 200 à 300 kg de MO et 4 kg d'engrais (10, 10, 20) par bêchage pour 100 m
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> - Il est nécessaire de triturer les plants de tomate à croissance indéterminée avec des piquets de 2 mètres - Faire une fumure d'entretien de 2 kg d'engrais minéral (10, 10, 20) après 15, 30, 50 et 80 jours de plantation pour 100 m².
Protection phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Contre le faux ver rose et la mouche des fruits, on préconise des traitements à la bifenthrine, au diméthoate, au trichlorfon à la deltaméthrine, à la lambda-cyhalothrine et à la cyfluthrine. - Des produits comme le soufre, le triadiméfon, la triforine et le pyrazophos permettent de contrôler le blanc. La lutte contre la galle bactérienne peut être réalisée avec de produits à base

Tableau 9 : Techniques culturales du chou

Summer H-50, Fabula H Superette	Opérations
Période de semis	<ul style="list-style-type: none"> - Toute saison pour les variétés Summer H-50 et Fabula H - Mai à Juillet pour la variété Superette - Les pépinières seront semées entre 6 à 7 g de graines - sur une surface de 2 m² permettant de planter 100 m² - Le repiquage se fera après 30 à 35 jours pour des plants de 5 à 6 feuilles - Traiter contre les chenilles avant plantation - Planter sur planches avec 3 lignes écartées de 0,35 à 0,40 m et laisser la même distance sur la ligne
Fumure	<ul style="list-style-type: none"> - Fumure de fonds : Apporter 200 à 300 kg de MO et 2,5 à 3 kg d'engrais minéral (10. 10. 20) pour 100 m² - Fumure d'entretien à appliquer après 20 et 35 jours de plantation: Incorporer par un léger binage au sol, une quantité de 2 kg d'engrais minéral (10. 10. 20)
Protection phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Traiter dès l'apparition de chenilles à l'endosulfan, Cyperméthrine

Tableau 10 : Techniques culturales des agrumes

orangers, tangelos, tangors, citronniers et limettiers	Opérations
Période de semis	<ul style="list-style-type: none"> - La distance de plantation est de 7 x 7 m pour les orangers, tangelos, tangors, citronniers et limettiers, de 6 x 6 m pour les mandariniers et de 9 x 9 m pour les pomelos. - Il est nécessaire d'apporter 30 à 40 t/ha de fumier. - La taille est recommandée.
Fumure	<ul style="list-style-type: none"> - En pépinière (sur substrat sablonneux), la fumure minérale est apportée toutes les deux semaines (urée : 10 g dilués dans 10 l d'eau en application foliaire).
Protection phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Contre les cochenilles, il est recommandé d'utiliser le diméthoate ou le méthamidophos ; - Le contrôle des pucerons est effectué grâce au pyrimicarbe ou au méthomyl ; - Le faux ver rose ainsi que les mouches des fruits sont combattus par la deltaméthrine, le malathion, le fenthion ou le diméthoate ; - En outre, le dicofol, le folimat et le méthamidophos contrôlent bien les populations d'acariens

Tableau 11 : Techniques culturales pour la Mangue (en annexe)

<p>Summer H-50, Fabula I Superette</p>	<p>Opérations</p>
<p>Période de semis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les pépinières, faire des semis en ligne des noyaux dans des planches. - L'aménager dans les vergers des brises vents avec des plantes comme le Casuarina, Leucaena et Cajanus cajan ; - Distances préconisées pour les plantations sont de 8 x 8 à 10 x 10 m - Planter dans un trou de 80 x 80 x 80 cm avec 50 l de fumier bien décomposé, du sulfate de potasse et du phosphate tricalcique.
<p>Fumure</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Un sous-solage profond (60 à 80 cm) de l'ensemble du terrain est recommandé. Il est nécessaire d'apporter 30 à 40 t/ha de fumier
<p><i>Protection phytosanitaire</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser le diméthoate ou le méthamidophos contre les cochenilles ; - Utiliser le pyrimicarbe ou au méthomyl contre les pucerons ; - Utiliser le deltaméthrine ou le diméthoate contre les mouches des fruits ; - Appliquer le manèbe, de bénomyl et de pyrazophos contre l'antracnose

Tableau 12 : Techniques culturales pour le niébé fourrager

Niébé fourrager	Opérations
Préparation terrain	<ul style="list-style-type: none"> - Epandage engrais à la volée en mi-juin - Passer le canadien en sec en croisant immédiatement après
Semis	<ul style="list-style-type: none"> - Désinfection des semences au fongicide-insecticide vulgarisée pour l'arachide à la dose 300 g de produits pour 100 g de semences - Semis à ma même période que l'arachide, après 15 mm pluie en début d'hivernage - 2 graines par poquet ou semoir d'un disque de 8 trous - Semis à 50 x 50 cm, 3 graines par poquets, dose de 29 kg/ha - Remplacement des poquets manquants
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> - Premier binage 10 jours après levée - Second binage 15 jours le premier - Autres binages si nécessaires
Traitement phytosanitaire	<ul style="list-style-type: none"> - Endosulfan ou Thimul 35% : - Dose 800 g m.a./ha ou 2,5 l Thimul 35 - 10 à 15 pulvérisations de 15 litres à l'Hectare - 200 cc de Thimul 35 par pulvérisateur - Traitement à 8 jours d'intervalle dès le début de la floraison - Traitement 8 jours avant le début des récoltes (100 cc ou 2,5 l de Thimul 35 /ha)

