

LISTES DES ABBREVIATIONS ET SIGLES

°C :	degré Celsius
CO ₂ :	dioxyde de carbone
CDH :	Centre pour le Développement de l'Horticulture
CV :	Coefficient de Variation
DDT :	Dichlorodiphényltrichloroéthane
diaméquat :	diamètre équatorial
diamépolair :	diamètre polaire
DM :	Dépendance mycorhizienne
G. :	<i>Glomus</i>
H :	Hydrogène
ISRA :	Institut sénégalais de Recherches Agricoles
jar :	jour après repiquage
KMN :	<i>Keur Mbir Ndao</i>
KOH :	Hydroxyde de potassium
L10 :	<i>Lignée 10</i>
LBC :	Laboratoire de Biotechnologies des Champignons
LSD :	Least Significant Difference (plus petite différence significative)
MA :	Mycorhizes Arbusculaires
m.a. :	matière active
NPK :	Azote, Phosphore, Potassium
NT :	non traité (inoculation avec <i>Glomus aggregatum</i> sans pesticides)
pH :	potentiel Hydrogène
S. :	<i>Solanum</i>
T :	traité (inoculation avec <i>Glomus aggregatum</i> + pesticides)
UCAD :	Université Cheikh Anta DIOP
µm :	micromètre
µg :	microgramme

<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	pages
<i>Tableau 1 : Classification des pesticides selon la cible.....</i>	11
<i>Tableau 2 : Caractéristiques du matériel végétal utilisé.....</i>	25
<i>Tableau 3 : Liste des pesticides appliqués sur les plants de jaxatu lors de l'essai d'inoculation mycorhizienne arbusculaire au champ.....</i>	26
<i>Tableau 4 : Schéma du dispositif expérimental en blocs aléatoires complets.....</i>	29
<i>Tableau 5 : Doses et dates d'application des produits utilisés.....</i>	30

LISTE DES FIGURES	pages
Figure 1 : Évaluation de la production de l'aubergine africaine au Sénégal de 1992 à 2002 Source : D.H. Sénégal (2006)	17
Figure 2 : Schéma d'une planche de pépinière	27
Figure 3 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités du génotype Keur Mbir Ndao	35
Figure 4 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de la Lignée 10	36
Figure 5 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de Ngalam	37
Figure 6 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de Cabrousse	37
Figure 7 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de Keur Mbir Ndao	38
Figure 8: Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de la Lignée10	39
Figure 9 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de Ngalam.....	39
Figure 10 :Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de Cabrousse	40
Figure 11 : Fruit de Ngalam (inoculation+pesticides)	41
Figure 12 : Fruit de Ngalam inoculé.....	41
Figure 13 : Évaluation de l'attaque des acariens chez les génotypes de jaxatu traité et non traité	41
Figure 14 : Influence de l'application des pesticides sur le diamètre équatorial et polaire des fruits de l'aubergine africaine	42
Figure 15 : Influence de l'application des pesticides sur le nombre de fruit de l'aubergine africaine	43
Figure 16 : Influence de l'application des pesticides sur le rendement du jaxatu.....	44
Figure 17 : Structures observées chez les racines du génotype Cabrousse inoculé et sans pesticides	45
Figure 18 : Influence de l'application des pesticides sur la fréquence et l'intensité de mycorhization observées sur l'aubergine africaine	46

LISTE DES ANNEXES **pages**

Annexe 1. Paramètres de croissance..... **63**

Annexe 2. État phytosanitaire **63**

Annexe 3.1. Paramètres quantitatifs de la production..... **64**

Annexe 3.2. Paramètres qualitatifs de la production..... **64**

Annexe 4 : Paramètres de mycorhization..... **65**

TABLE DES MATIERES

RESUME	I
DEDICACE	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES ANNEXES	VII
INTRODUCTION	1
I. SYNTHESEBIBLIOGRAPHIQUE	
1. Généralité sur la mycorhization	3
1. 1. Historique	3
1.2. Concept général	3
1.3. La symbiose mycorhizienne arbusculaire	4
1.3.1. La taxonomie	4
1.3.2. La biologie	5
1.3.2.1. La morphologie et le fonctionnement	5
1.3.2.2. La nutrition	5
1.3.3. Le partenaire végétal	6
1.4. Le rôle des champignons MA en agriculture	6
1.4.1. La nutrition phosphatée	6
1.4.2. La nutrition azotée et hydrique	7
1.4.3. L'absorption des autres éléments minéraux	8
1.4.4. La protection	8
1.5. La dépendance mycorhizienne	9
1.6. Les conditions initiales de culture	9
1.6.1. L'interaction dans la mycorhiosphère	9
1.6.2. La fertilisation	10
1.6.3. La sélection génétique	10
2. Les Pesticides	10
2.1. Définition	10
2.2. La classification des pesticides	11
2.2.1. La classification par origine	11
2.2.2. La classification selon la cible	11
2.3. Les modes d'action des pesticides	11
2.4. La fréquence d'utilisation des pesticides	12
2.5. La toxicité des pesticides	12
2.6. L'application des pesticides sur la mycorhization	12
3. Généralités sur le <i>jaxatu</i>	14
3.1. Quelques éléments de systématique du genre <i>Solanum</i>	14
3.2. Le <i>Solanum aethiopicum</i>	15
3.2.1. L'appareil végétal et la morphologie florale	15
3.2.2. La biologie florale	16
3.3. Le <i>Solanum macrocarpon</i>	16
3.3.1. L'appareil végétal et morphologie florale	16
3.3.3. La biologie florale	16
3.4. L'importance économique et alimentaire du <i>jaxatu</i>	16
3.4.1. La production	16
3.4.2. La consommation	18

3.4.3. Les autres usages	18
3.5. Les contraintes liées à la culture du <i>jaxatu</i>	18
3.5.1. Les ennemis de la culture du <i>jaxatu</i>	19
3.5.1.1. Les parasites	19
3.5.1.1.1. Le complexe <i>Alternaria-Stemphylium</i>	19
3.5.2.1.2. Les nématodes à galle	19
3.5.1.2. Les ravageurs.....	19
3.5.1.2.1. Les jassides.....	19
3.5.2.2.2. Les <i>Phycita</i>	20
3.5.1.2.3. La foreuse des fleurs (<i>Scrobipalpa ergasima</i>)	20
3.5.1.2.4. Les acariens	20
3.5.2. Les méthodes de lutte.....	21
3.5.2.1. La lutte chimique.....	22
3.5.2.2. La lutte biologique	22
3.5.2.3. La lutte génétique	22
3.6. Les travaux effectués sur la mycorhization du <i>jaxatu</i>	23
II : PARTIE EXPERIMENTATION	
2.1. Le Matériel	25
2. 1.1. Le matériel végétal	25
2.1.2. Le matériel fongique	25
2.1.3. Les produits phytosanitaires utilisés	26
2.2. La méthodologie.....	26
2.2.1. La présentation du site.....	26
2.2.2. La mise en place de la pépinière et son suivie	27
2.2.3. L'inoculation des champignons mycorhiziens arbusculaires.....	27
2.2.4. Le repiquage.....	28
2.2.4.1. La préparation du site de repiquage	28
2.2.4.2. Le dispositif expérimental.....	28
2.2.5. L'entretien	30
2.2.5.1. L'irrigation et l'élimination des mauvaises herbes	30
2.2.5.2. La fertilisation	30
2.2.5.3 L'application des pesticides	30
2.2.6. Les observations effectuées en cours de culture	31
2.2.6.1. Le développement végétatif	31
2.2.6.2. L'évaluation de nombre de plants attaqués par génotype	31
2.6.3.3. Les caractéristiques de la production	32
2.2.6.4. Les étapes de la détermination des paramètres de mycorhization	32
2.2.6.5. L'expression des résultats de la mycorhization.....	33
2.2.7. L'analyse des résultats	33
III : RESULTATS ET DISCUSSION	
3.1. Les résultats.....	35
3.1.1. Les paramètres de croissance	35
3.1.1.1. La hauteur.....	35
3.1.1.2. L'encombrement	37
3.1.2. Les aspects phytosanitaires	40
3.1.3. Les paramètres de production	42
3.1.3.1. Le calibre des fruits	42
3.1.3.1.1. Le diamètre équatorial.....	42
3.1.3.1.2. Le diamètre polaire.....	42
3.1.3.2. Le nombre de fruit par plant.....	43

3.1.3.3. Le rendement.....	43
3.1.4. La mycorhization.....	44
3.1.4.1. La fréquence de colonisation.....	44
3.1.4.2. L'intensité de colonisation	46
3.2. La discussion	47
IV : CONCLUSION ET PERSPECTIVES	
La Conclusion générale et les perspectives.....	50
V : RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	
VI : ANNEXES63	

Introduction

L'aubergine africaine (*Solanum* spp.) est un des légumes-fruits ou légume-feuilles les plus couramment consommés en Afrique notamment dans la sous région occidentale (De Bon, 1984). Il se situe en troisième position après la tomate et l'oignon et avant le gombo. Peu de statistiques sur la production sont disponibles en l'Afrique subsaharienne. Une estimation pour quelques pays donne une production annuelle de fruits de 8 000 t au Sénégal, 60 000 t en Côte d'Ivoire et 4 500 t au Burkina Faso. Les petits producteurs représentent au moins 80 % de la production totale (Grubben *et al.*, 2004). Au Sénégal, cette culture connaît une forte expansion liée à son importance économique et alimentaire.

Plusieurs travaux ont été réalisés au CDH sur l'amélioration variétale et l'étalement de la culture (Collingwood *et al.*, 1981 ; Seck, 1984 ; 1986a). Les variétés disponibles sur le marché sont entre autres, *Soxna* et *Keur Mbir Ndaw*. Elles sont productives et possèdent de bonnes qualités organoleptiques. Malheureusement, elles sont sensibles aux acariens (*Tetranychidae* et *Tarsonemidae*). Il a été rapporté que les acariens peuvent provoquer sur les variétés tolérantes des chutes de rendement allant de 25 à 50% et jusqu'à 100 % dans le cas des variétés sensibles (Ka, 1995).

Malgré l'existence de variétés tolérantes (*Lignée10* et *Cabrousse*), les acariens continuent à provoquer d'importants dégâts sur la culture. Pour venir à bout de ces déprédateurs les paysans font recours aux pesticides à des doses suboptimales. Et pourtant l'usage abusif des produits phytosanitaires (ou pesticides) constitue une menace pour l'environnement et les consommateurs. Ce qui suscite au niveau de tous les acteurs du système de protection agricole, la recherche d'alternatives durables conciliant les préoccupations des petits producteurs avec la préservation de l'environnement.

De ce fait, le Laboratoire d'Amélioration des Plantes du CDH/ISRA en collaboration avec le Laboratoire de Biotechnologies des Champignons de l'UCAD ont initié l'inoculation de l'aubergine africaine (ou *jaxatu*) par les champignons mycorhiziens arbusculaires (MA). L'étude a été entreprise par Diop *et al.*, (2003). L'utilisation des champignons mycorhiziens en agriculture est justifiée par leur rôle avéré dans l'amélioration de la nutrition hydrominérale de la plante. Les inocula MA ont été

largement étudiés pour leurs propriétés bio fertilisantes et bio stimulantes qui induisent les bienfaits de la symbiose mycorhizienne sur l'amélioration de la croissance, du rendement (Menge, 1982b ; Miller *et al.*, 1986 ; Jeffries, 1987 ; Plenchette, 1991) et sur la protection des cultures (Caron *et al.*, 1986).

L'étude des pesticides sur les champignons mycorhiziens a été revue par de nombreux auteurs (Menge, 1982a ; Trappe *et al.*, 1984 ; Johnson et Pfleger, 1992 ; Diaw, 2006). Ces derniers ont montré que les pesticides peuvent avoir des effets néfastes sur l'expression des mycorhizes arbusculaires. D'autres auteurs par contre ont confirmé que les pesticides peuvent indirectement stimuler la croissance et améliorer le rendement des cultures (Kurle et Pleger, 1994 ; Cissé, 2001). Les résultats obtenus étant contradictoires dans la plupart des cas, il demeure difficile de tirer les grandes lignes d'une démarche à suivre. La formulation des pesticides et les conditions expérimentales de culture restent très variées. Cependant, les conclusions de ces études antérieures sont basées, dans bien des cas, sur des résultats obtenus au laboratoire et en serre et sont souvent limitées à une seule variété et à un seul type de pesticide. Dans la littérature peu de travaux ont été directement réalisés aux champs. Il importe à l'heure actuelle de réaliser des expériences dans une perspective claire d'application à grande échelle.

C'est dans ce cadre que nous avons porté notre étude au champ. L'objectif général de cette étude est d'appréhender **l'effet des pesticides sur la formation et l'intensification des mycorhizes chez quatre (4) génotypes de l'aubergine africaine (*Solanum spp.*)**. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes fixés les objectifs spécifiques suivants :

- Étudier la conséquence de l'usage régulier de produits phytosanitaires sur la croissance et la production du *jaxatu* inoculé par *Glomus aggregatum*
- Étudier l'effet de l'utilisation de pesticides comme méthode alternative de lutte contre les ennemis de cultures.
- Étudier l'effet de la lutte chimique sur le développement et l'intensité de la mycorhization de l'aubergine africaine.

Dans le souci d'atteindre ces objectifs, l'étude a été conduite sur quatre génotypes inoculés du genre *Solanum* : *Keur Mbir Ndao*, *Lignée10*, *Ngalam* (*Solanum aethiopicum*) et *Cabrousse* (*Solanum macrocarpon*). Notre mémoire s'articule autour des points suivants : une introduction, une synthèse bibliographique, le matériel et la

méthodologie, les résultats et discussion, enfin une conclusion générale et les perspectives.

I. SYNTHESE BIBIOGRAPHIQUE

1. GénéralitéS sur la mycorhization

1.1 Historique

Depuis qu'on a crée le terme mycorhize pour décrire l'association symbiotique qui existe entre les racines des plantes et les champignons, la recherche sur les mycorhizes n'a cessé de progresser. Cependant, ce n'est que depuis quelques décennies seulement que les mycorhizes ont réellement connu un essor international par la publication de nombreux ouvrages de référence (Schenck, 1982 ; Harley et Smith, 1983 ; Powell et Bagyaraj, 1984 ; Diop, 1996 ; Smith et Read, 1997 ; Strullu *et al.*, 1991). Malgré de nombreux résultats, les applications n'en sont qu'à leur début. La symbiose mycorhizienne est rencontrée chez 95 % des plantes supérieures vivant dans des zones tropicales humides, ou sèches et désertiques (Strullu, *et al.*, 1991). En effet, dans la nature, l'absence de mycorhization constitue l'exception (Gerdemann, 1971).

Les progrès réalisés au cours des dernières années l'ont été sur le plan de la compréhension d'aspects fondamentaux. Ceux ci englobent le domaine de l'anatomie, de la morphologie, de l'écologie, de la taxonomie, de l'étude des phénomènes physiologiques associés à la présence des champignons mycorhiziens, de l'obtention de cultures axéniques et des interactions biologiques (Powell et Baggaraj, 1984).

L'importance des mycorhizes est largement appuyée par les microbiologistes, les physiologistes et les pathologistes. Ainsi les mycorhizes occupent une place de plus en plus importante dans l'agriculture notamment dans la production et le développement des cultures (Bagyaraj *et al.*, 1988).

1.2. Concept général.

Parmi les nombreux micro-organismes qui vivent dans la rhizosphère, on trouve des champignons microscopiques dont les filaments s'associent aux racines des plantes pour former un nouvel organe appelé mycorhize. Ainsi, l'association mycorhizienne est basée sur des bénéfices réciproques et s'articule autour d'échanges bidirectionnels d'éléments nutritifs entre les symbiotes. Il s'agit donc d'une union mutualiste et durable entre les racines d'une plante et les champignons. On distingue plusieurs types de mycorhizes en fonction du partenaire fongique. Certains champignons supérieurs (ascomycètes, basidiomycètes et gastéromycètes) s'associent à des ligneux (bétulacées, fagacées, pinacées) pour former des ectomycorhizes. On trouve un autre type de mycorhize chez les orchidées et les éricacées, mais le plus répandu est celui des

mycorhizes à arbuscules dont le partenaire fongique est un champignon inférieur (zygomycètes).

1.3. La symbiose mycorhizienne arbusculaire

La symbiose endomycorhizienne à arbuscules est de loin la plus répandue des symbioses mycorhiziennes puisqu'elle s'exprime chez près de 90 % de l'ensemble des végétaux et qu'on la retrouve à l'échelle mondiale, dans tous les types de sols et sous toutes les conditions climatiques.

Le terme «arbuscule» caractérisant les champignons mycorhiziens arbusculaires (MA) décrit la structure typique formée par toutes les espèces de cet ordre. Les arbuscules prennent l'apparence d'un arbuste (Brundrett *et al.*, 1984 ; Gallaud, 1995) et on ne les retrouve qu'à l'intérieur des cellules corticales de la racine. Cette particularité permet de caractériser les MA comme endomycorhiziens en opposition aux champignons ectomycorhiziens où les hyphes s'intercalent entre les cellules racinaires de leur hôte sans jamais y pénétrer.

1.3.1. La taxonomie

Les champignons MA appartiennent à une catégorie très ancienne de champignons (les Zygomycètes) et ont été regroupés récemment en un ordre, les *Glomales* (Morton et Benny, 1990) qui comprend toutes les espèces capables de vivre en symbiose avec les plantes. L'essentiel des espèces connues appartient à la famille des Glomacées formées des genres *Glomus* et *Sclerocystis*. L'ensemble des champignons MA compte actuellement environ 160 espèces distribuées en trois familles et 6 genres, avec une distribution mondiale (Dalpé, 1995). L'essentiel des espèces connues a été décrit durant les deux dernières décennies ; ce qui indique d'une part l'intérêt accru pour ces organismes et d'autre part la difficulté inhérente à leur traitement taxonomique. En fait, la plus grande difficulté vient de ce que toute la taxonomie de ces organismes repose actuellement sur les caractères morphologiques des spores. Il s'agit de structures unicellulaires, de forme généralement globoïde, à paroi épaisse formée de plusieurs couches de différentes textures, relié en réseau filamentueux par un hyphe suspenseur de morphologie variée. Une classification récente regroupe les champignons MA sous l'embranchement des *Glomeromycota* (Schübler *et al.*, 2001 ; Walker et Schübler, 2004). Dans cette classification, les champignons MA sont placés

dans la classe des *Glomeromycetes*, ordre des *Glomerales* et la famille des *Glomeraceae*.

1.3.2. La biologie

1.3.2.1. La morphologie et fonctionnement

Le processus d'infection d'une racine hôte par un champignon MA se divise en plusieurs étapes de changements complexes chez le champignon (Giovannetti *et al.*, 1994). Il débute par la germination d'un hyphe fongique issue d'une propagule, qui peut être une spore, une vésicule ou un fragment de champignon. En arrivant à la surface d'une racine hôte, l'hyphe va généralement différencier un appressorium, premier signe de reconnaissance pour ensuite pénétrer les tissus racinaires externes (Gianinazzi-Pearson, 1996). L'appressorium ne peut se former que 36 heures après le début de l'interaction entre un champignon MA et la racine hôte (Giovannetti et Citeresi, 1993). Les hyphes se faufilent entre les cellules corticales et se propagent rapidement en différenciant des arbuscules intracellulaires et dans certains cas des vésicules intercellulaires. Les arbuscules s'établissent plus rapidement et ont une vie éphémère variant de une à trois semaines (Miller *et al.*, 1986). Ils sont considérés comme étant le site préférentiel d'échanges de nutriments entre les symbiotes (Bonfante-Fasolo, 1984). Les vésicules, organes de réserve (principalement lipidique), deviennent de plus en plus nombreuses avec la maturité des plantes. Parallèlement à sa croissance intraracinaire, le champignon va aussi développer un important réseau mycélien dans le sol environnant. Ce dernier peut s'étendre sur plusieurs centimètres à partir de la surface racinaire, augmentant ainsi le volume de sol exploré par la plante (Plenquette, 1991). Au niveau de ces hyphes extra matriciels, il y aura une production de spores qui assurent la survie du champignon dans le sol en absence de plante hôte. Une fois la symbiose s'établie, le champignon devient partie intégrante du système racinaire de la plante et les échanges peuvent avoir lieu.

1.3.2.2. La nutrition

Le réseau mycélien formé par les hyphes constitue le siège d'échanges nutritifs permettant la survie et la croissance des partenaires symbiotiques. Les filaments fongiques servent donc de pompe pour diriger vers la racine de la plante un supplément d'eau et de sels minéraux auxquels celle-ci n'aurait pas accès à l'absence de la symbiose mycorhizienne. En échange, le champignon reçoit de la plante des photosynthétats pour accomplir son cycle biologique. Les composés carbonés fournis

par la plante sont transformés par le champignon sous forme d'hexoses (Shachar-Hill *et al.*, 1995 ; Solaiman et Saito, 1997).

1.3.2.3. Le partenaire végétal

Le partenaire végétal comprend la majorité des espèces végétales. Il peut appartenir à des cultures d'importance économique telles que les fourrages, les céréales, les cultures légumières, les cultures fruitières et les cultures ornementales. En fait, seules quelques familles (Crucifères, Chénopodiacées, Caryophyllacées) et quelques espèces de certaines familles (*Lupinus* spp. parmi les légumineuses) ne s'associent pas aux champignons MA en condition naturelle et sont dites non mycotrophes. Les champignons MA sont des espèces à large spectre d'hôtes et qui, par conséquent, peuvent se trouver dans des écosystèmes très divers (Morton *et al.*, 1995).

1.4. Le rôle des champignons MA en agriculture

Chez les plantes d'intérêt agronomique, on a fréquemment observé les bienfaits de la symbiose endomycorhizienne sur l'amélioration de la croissance, du rendement et de la qualité des parties récoltées. Ces résultats ont été observés chez la plupart des plantes agricoles (Menge, 1982b ; Miller *et al.*, 1986 ; Jeffries, 1987 ; Plenchette, 1991). Très vite, il est apparu que cette stimulation de croissance est principalement due à une meilleure nutrition phosphatée (Bielecki, 1973). Le premier bénéfice de la symbiose est donc d'ordre nutritionnel.

1.4.1. La nutrition phosphatée

Le phosphore joue un rôle essentiel dans le transfert d'énergie nécessaire à la croissance et à l'amélioration de la production des plantes. C'est un élément indispensable et irremplaçable pour les besoins vitaux des plantes. Le phosphore est après l'azote, le facteur limitant pour la croissance d'une plante (Bielecki, 1973).

La nutrition phosphatée des plantes est conditionnée par l'offre du sol (quantité de phosphore biodisponible) d'une part et par l'utilisation de l'offre (interception des ions phosphates par les racines) d'autre part. La déficience en phosphore biodisponible est un des facteurs limitant la production agricole de la plupart des sols à l'échelle mondiale (Holford, 1997). Dans le sol, le phosphate est présent sous forme organique et minérale. Cependant que les plantes n'absorbent que les ions phosphates en solution, de ce fait, le phosphate organique doit être minéralisé pour devenir biodisponible. Pour

améliorer la production des plantes, le phosphore est apporté sous forme d'engrais soluble.

Pourtant, la plus grande partie du phosphore ajouté sous forme soluble est soit absorbée par le calcium présent sur les complexes d'échanges, soit précipitée par les formes libres de fer ou d'aluminium qui se retrouvent en quantités importantes dans les sols (0,2 à 0,7 %) (Bolan, 1991). C'est dans ce contexte que le rôle des mycorhizes a été mis en évidence.

Plusieurs travaux ont associé la solubilisation des phosphates à une baisse du pH du milieu (Hedley *et al.*, 1997 ; Hinsinger, 1998). Sous pH acide, les hyphes mycéliens des champignons mycorhiziennes mobilisent facilement le phosphore soluble des phosphates naturels au profit des plantes hôtes (Blal *et al.*, 1990 ; Asmah, 1995).

Les travaux de Ilmer et Schinner (1995) ont montré que la dissolution des phosphates naturels n'est pas absolument liée à une baisse du pH. En fait, les mycorhizes peuvent aussi modifier l'offre du sol en phosphate biodisponible en excrétant du CO₂ et des ions H⁺. De même, ces mycorhizes libèrent le phosphore lié aux argiles, aux oxydes de fer et d'aluminium, par leur propriété de chélation (Jayachandran *et al.*, 1989 ; Haselwandter, 1995). Ainsi, les plantes mycorhizées accumulent plus le phosphore que les plantes non mycorhizées (Mosse *et al.*, 1973). Cette accumulation est sous la dépendance des champignons symbiotiques qui peuvent être freinés et même tués par l'application d'un fongicide.

1.4.2. La nutrition azotée et hydrique

Les champignons MA sont capables d'absorber les nitrates et les ions ammonium grâce à leur enzyme comme la nitrate réductase et la glutamine synthétase (Strullu *et al.*, 1991).

Des études ont été faites sur l'effet de la symbiose MA sur la fixation d'azote chez les légumineuses. La mycorhization améliore la fixation de l'azote atmosphérique par la plante en augmentant l'approvisionnement en phosphore. La nutrition azotée devient ainsi dépendante de la nutrition phosphatée (Gianinazzi- Pearson et Diem, 1982).

La symbiose mycorhizienne arbusculaire permet un maintien de la continuité hydrique sol-racine conférant une certaine résistance au stress hydrique (Hardie et Leydon, 1981).

1.4.3. L'absorption des autres éléments minéraux

L'absorption de certains oligo-éléments peu mobiles comme le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc est améliorée chez la plante mycorhisée (Cooper et Tinker, 1978). Comme le phosphore, ces minéraux sont absorbés par les hyphes mycéliens et transloqués vers la plante.

1.4.4. La protection

Au cours des dernières décennies, l'effet protecteur des champignons endomycorhiziens contre les différents stress, incluant les stress abiotiques et biotiques, a suscité beaucoup d'intérêt.

Avec l'émergence des biotechnologies, une attention particulière a été accordée au potentiel d'utilisation des inoculants MA à favoriser l'acclimatation et la survie des plantules micropropagées (Vestberg et Estaun, 1994 ; Varma et Schuepp, 1996).

D'autre part, l'effet protecteur des champignons MA contre les agents pathogènes racinaires a été démontré dans plusieurs cultures incluant la tomate (Caron *et al.*, 1986), l'asperge (Wacker *et al.*, 1990), l'aubergine (Matsubaru *et al.*, 1995), les graminées annuelles (Newshan *et al.*, 1995), l'oignon (Torres-Barragon *et al.*, 1996). En effet, les bactéries de la rhizosphère sont capables de produire des substances phytohormonales, tels que les sidérophores et l'acide indole acétique (Sequiera *et al.*, 1998). Ces derniers ont des actions antagoniques contre les délétères et les champignons phytopathogènes et stimulent la résistance des mycorhizes aux maladies. Les nématologistes (Cayrol, 1991 ; Cayrol et Djian, 1992) ont rapporté comment l'endomycorhize *Glomus mosseae* inoculé à la tomate, réduit les attaques de *Meloidogyne incognita* de 17 % tandis qu'il diminue les dommages dus à *Rotuleachylus reniforme* de 40 % sur concombre, haricot et melon.

Ainsi, on rapporte chez les plantes mycorhizées, des réductions consistantes des symptômes de maladies dues aux organismes pathogènes racinaires (Azcon- Aguilar et Barea, 1996). Selon Batcho *et al.*, (1995), la diminution de la perméabilité des racines observée avec la mycorhization entraîne une baisse des dommages dus à l'infection bactérienne.

1.5. La dépendance mycorhizienne

L'effet le plus visible de la symbiose MA sur les plantes est l'augmentation de leur croissance qui résulte de la complémentarité de trois composantes : la plante, le champignon et le sol. La stimulation de la croissance des plantes mycorhizées varie principalement en fonction de la plante hôte (Gerdemann, 1968 ; Azcon et Ocampon, 1981), de l'espèce de champignon symbiotique (Plenchette *et al.*, 1982) et de la fertilité du sol (Mosse, 1973).

Les différentes espèces ou isolats de champignons MA peuvent varier dans leur efficacité à coloniser la plante hôte et / ou à lui apporter des bénéfices. Cette variabilité a été largement explorée, notamment dans les cultures légumières. En outre, les différentes espèces et, parfois même, les différentes variétés d'une même espèce végétale vont varier dans leur réceptivité à l'infection par les champignons MA et dans leur dépendance envers ces microorganismes. La notion de dépendance mycorhizienne (DM) a été introduite par Gerdemann (1975). Elle exprime le degré auquel le génotype d'une plante donnée requiert la mycorhization pour profiter d'une croissance maximale (rendement), à un niveau de fertilité donné. Cette dépendance mycorhizienne peut, entre autres, varier en fonction de l'habileté pour une plante à acquérir des nutriments (Graham et Eissenstat, 1994 ; Smith *et al.*, 1992) qui est, elle-même, une caractéristique fortement influencée par la géométrie racinaire. C'est-à-dire que les plantes n'ont pas la même DM et que celle-ci est assujettie aux conditions édaphiques. Ainsi, la dépendance mycorhizienne relative au champignon a été introduite. Il s'agit de comparer la croissance de plantes mycorhizées et de plantes non mycorhizées poussant sur le même sol préalablement désinfecté.

1.6. Les conditions initiales de culture

Deux caractéristiques du sol vont influencer particulièrement la réussite de l'introduction au champ de champignons endomycorhiziens : la présence d'une microflore indigène et la fertilité du sol.

1.6.1. L'interaction dans la mycorhizosphère

En effet, à moins d'une stérilisation complète du sol, difficilement réalisable en conditions naturelles, il y aura des interactions entre la microflore indigène et le champignon MA introduit. Ces interactions peuvent être nuisibles (compétition, prédation, parasitisme), neutres et/ou stimulantes (mutualisme). Les autres

microorganismes du sol, soit les bactéries, les champignons et les invertébrés, peuvent interférer avec le champignon MA introduit à chacune des étapes de son cycle vital (Fitter et Garbaye, 1994). A titre d'exemples, Votstka et Gryndler (1999) ont étudié comment l'inoculation de *Glomus fistulosum* avec des cellules bactériennes de *Pseudomonas putida* peut contribuer à améliorer le développement et l'efficacité de champignon chez la pomme de terre.

1.6.2. Fertilisation

En ce qui concerne la fertilisation initiale du sol, plusieurs auteurs rapportent que des concentrations trop élevées de phosphore, vont restreindre la colonisation endomycorhizienne (Black et Tinker, 1977 ; Mc Arthur et Knowles, 1992 ; Hamel, 1995 ; Plenchette et Strullu, 1995). Cependant, des concentrations trop faibles en phosphore soluble dans les sols ne semblent pas préférables car, si la croissance de la plante est compromise, l'expansion du symbiose fongique l'est aussi (Koide et Li, 1990). On rapporte que jusqu'à 90 % du phosphore ajouté comme engrais n'est pas prélevé par la plante (Parent, 1994).

1.6.3. La sélection variétale

Il semble que les critères de sélection variétale retenus pour l'obtention de nouvelles variétés de cultures, comme la résistance à des agents pathogènes, puissent avoir un impact négatif sur la colonisation endomycorhizienne des racines et/ou l'efficacité de la symbiose. A titre d'exemple, Toth *et al.* (1990) ont montré que les lignées de maïs résistantes à un nombre important de champignons pathogènes ont des niveaux de colonisation mycorhizienne significativement inférieurs.

2. LES PESTICIDES

2.1. Définition

Le terme pesticide dérive du mot anglais « pest » qui désigne tout animal ou plante susceptible d'être nuisible à l'homme ou à son environnement. Les pesticides (produits phytosanitaires, agropharmaceutiques, antiparasites) constituent l'ensemble des substances utilisées pour la protection des cultures et des récoltes contre les ennemis animaux et végétaux. Du point de vue chimique, un pesticide est un produit composé d'une ou de l'association de plusieurs matières actives, de diluant ou charge d'adjuvants

qui peuvent augmenter les effets toxiques du produit (Sidibé, 2004). La nature de la matière active déterminera son action sur tel ou tel ravageur ainsi que son mode d'action.

2.2. La classification des pesticides

2.2.1. La classification par origine

On distingue : les pesticides d'origine végétale (ce sont des bouillies à base de plante comme le tabac exemple la nicotine, la pyréthrine), les pesticides d'origine minérale (oxychlorure de cuivre, sulfate de cuivre, etc.) et les pesticides organiques de synthèse.

Ces derniers font l'objet de notre étude. Il en existe plusieurs familles.

Les organochlorés (13 %) sont de moins en moins utilisés à cause de leur rémanence et de leurs effets néfastes sur l'environnement. Ils sont de plus en plus remplacés par les organophosphorés (32 %). Le reste est constitué par les carbamates (14 %), les dérivés (10 %), divers (16 %) (Cissé *et al.*, 2001).

2.2.2. La classification selon la cible

Tableau 1 : Classification des pesticides selon la cible (Sidibé, 2004).

Produits	cibles
Insecticides	Insectes
Herbicides	Mauvaises herbes
Nématicides	Nématodes
Acaricides	Acariens
Fongicides	Champignons
Bactéricides	Bactéries
Rondenticides	Rongeurs

2.3. Les modes d'action des pesticides

Le mode d'action des pesticides s'effectue soit par contact direct avec le ravageur ou par action systémique. Dans le premier cas, le produit est ingéré ou inhalé par le ravageur. La deuxième voie est indirecte, le produit est assimilé d'abord par la plante, puis sera véhiculé à l'intérieur de celle-ci par la sève et agira lorsque le ravageur

consommera la plante. Les insecticides systémiques constituent 30 % des organophosphorés et 50 % des carbamates. Les pyréthrinoïdes sont des insecticides de contact (Simon, 1994).

2.4. La fréquence d'utilisation des pesticides

Les fréquences d'utilisation des produits phytosanitaires varient d'un producteur à l'autre. Chez les grands producteurs, le traitement phytosanitaire est plus rationalisé car tenant compte des impératifs du marché extérieur. Par contre, au niveau des petits producteurs la fréquence d'utilisation des pesticides est conditionnée par la disponibilité du produit. En période de fortes attaques parasitaires, les traitements peuvent se faire jusqu'à trois fois dans la semaine. La moyenne est d'un traitement par semaine (Cissé *et al.*, 2001). Selon les travaux de Seck (2001), 61 % des producteurs traitent chaque semaine. En plus, d'après les paysans, l'utilisation des produits phytosanitaires leur permet, mieux que la matière organique, de réaliser des productions précoces. Ce qui est un avantage considérable quand on sait qu'il y a une véritable course pour récolter, vendre très tôt et profiter des prix du marché avant qu'ils ne chutent.

2.5. La toxicité des pesticides

L'utilisation des pesticides suscite de nombreuses inquiétudes liées notamment à leur toxicité et à leur impact négatif sur l'homme et l'environnement. Parmi ceux-ci, on peut noter la contamination de la nappe phréatique (Cissé, 2001), les phénomènes de résistance consécutifs à l'accoutumance des déprédateurs aux produits utilisés, la dégradation des ressources naturelles (Ngom, 1992), l'effet de rémanence. La substance toxique peut rester active durant plusieurs jours, semaines ou mois. Suivant la matière active, un délai de traitement avant récolte est nécessaire pour que le produit toxique ne soit plus présent sur les fruits ou les légumes récoltés.

2.6. L'application des pesticides sur la mycorhization

L'application des pesticides essentiels pour la protection phytosanitaire des cultures, a des effets variables sur la mycorhization selon le type de pesticides utilisés. Bien que ce sujet ait été revu par de nombreux auteurs (Menge, 1982a ; Trappe *et al.*, 1984 ; Johnson et Pfleger, 1992), il demeure difficile de tirer les grandes lignes d'une démarche à suivre. La formulation des pesticides et les conditions expérimentales de culture restent très variées. Les auteurs s'accordent cependant sur quelques points.

- Les fumigants, lorsqu'ils sont appliqués dans les conditions optimales, tuent la grande majorité des microorganismes présents dans le sol, incluant les champignons MA.
- Les fongicides peuvent affecter profondément les champignons MA mais leur impact négatif est conditionné par plusieurs facteurs tels que le type de fongicide (mode d'action) ainsi que le site, la dose et le moment d'application. Par ailleurs, les hydrocarbures aromatiques vont généralement réduire la colonisation endomycorhizienne lorsqu'ils sont appliqués au sol aux doses recommandées (Trappe *et al.*, 1984).
- Les herbicides, appliqués selon les doses recommandées au champ, n'ont que peu d'impact sur la formation endomycorhizienne (Johnson et Pfleger, 1992).
- Les insecticides et nématicides n'ont généralement pas d'effet adverse sur les champignons introduits. Ils peuvent même, dans certains cas stimuler la formation endomycorhizienne en limitant la prédation des champignons MA par des insectes ou des nématodes (Bird *et al.*, 1974).

Il a été rapporté par Diaw (2006) en condition contrôlée que les produits phytosanitaires testés séparément (le diméthoate, le soufre) ont entraîné des réponses sélectives à la mycorhization de la tomate. La fréquence de colonisation du *G. aggregatum*, sur les racines de tomate, est moins affectée que l'intensité de mycorhization. L'auteur fait remarquer que la fréquence et l'intensité mycorhizienne sont plus affectées par une application du diméthoate que par celle du soufre.

Le site d'application semble être un des principaux facteurs à considérer. En effet, les traitements de semences semblent les plus délétères aux champignons MA, suivi des applications au sol et finalement des applications foliaires, qui affectent généralement peu la formation d'endomycorhizes.

La dose et le moment d'application sont généralement décisifs. Plusieurs fongicides appliqués aux taux recommandés au champ et lorsque la formation endomycorhizienne est bien établie, semblent n'avoir que des effets mineurs sur les champignons MA (Trappe *et al.*, 1984).

Cependant, il a été démontré en serre qu'à un niveau optimal de phosphore, la colonisation mycorhizienne de *Leucaena leucocephala* par *Glomus aggregatum*

diminue avec l'application de pesticides non systémiques à des doses élevées (1000 mg / kg de sol) (Habte et Manjunath, 1992).

3. GENERALITES SUR LE JAXATU

Le *jaxatu* est cultivé en zone tropicale humide et semi-aride. Il occupe une place très importante dans la consommation légumière en Afrique tropicale (Seck, 1985). Une estimation pour quelques pays donne une production annuelle de fruits de 8000 t au Sénégal, 60000 t en Côte d'Ivoire et 4500 t au Burkina Faso (Grubben et Denton, 2004). La production commerciale pour l'approvisionnement des villes augmente, ainsi que l'importation vers l'Europe, entre autre, à partir de l'Ouganda, de la Côte d'Ivoire et du Sénégal.

Dans la zone humide d'Afrique tropicale l'aubergine africaine est cultivée pour ses fruits de qualités organoleptiques variables contrairement à certain pays comme le Gabon, le Togo, le Bénin et le Nigeria où ces espèces sont consommées comme des épinards.

3.1. Quelques éléments de systématique du genre *Solanum*

Le genre *Solanum* (S.) compterait environ 1400 à 1500 espèces réparties dans le monde (Pull, 1952 ; Choudhury et Georges, 1962). Les espèces sont généralement diploïdes ($2n = 24$ chromosomes). Parmi elles on peut citer notamment *S. melongena*, *S. aethiopicum*, *S. macrocarpon* et certaines espèces sauvages telles que *S. anguivi*, *S. sisymbifolium*. Les aubergines africaines cultivées dans notre continent sont principalement le *S. aethiopicum* et le *S. macrocarpon*.

L'espèce *S. aethiopicum* est la plus dominante. Elle appartient à la famille des Solanacées qui regroupe un grand nombre de genres dont on distingue les *Solanum*, les *Lycopersicon*, les *Capsicum* etc.

Le *S. aethiopicum* proviendrait de la domestication de *S. anguivi* Lam., une espèce à fruits nombreux et petits, parfois épineux et à feuilles généralement pubescentes (Choudhury *et al.*, 1982). Les sous-espèces ou groupes constituant l'espèce *aethiopicum* sont *gilo*, *kumba*, *shum* et *aculeatum*.

L'espèce *S. macrocarpon* L. a un ancêtre africain sauvage. En effet, on trouve des formes sauvages épineuses dans toutes les zones non arides d'Afrique. Sa domestication

à partir de *S. dasypodium* a permis d'obtenir la forme cultivée, qui est un légume-fruit et un légume-feuille important.

3.2. Le *Solanum aethiopicum*

3.2.1. L'Appareil végétal et morphologie florale de la plante

S. aethiopicum est une plante herbacée pérenne, à port érigé, généralement glabre et sans épines.

Les feuilles alternes, simples, larges et glabres sont plus ou moins sinuées avec des nervures quelque fois anthocyanées comme les tiges. Les ramifications débutent quand la plante atteint 10-15 cm, après 5-7 feuilles (De Bon, 1984 ; Seck, 1986a)

L'espèce *aethiopicum* est caractérisée par une fleur péristyle bisexuée de type 5, quelque fois solitaire, mais généralement en inflorescence sous forme d'une courte cyme de 2 à 3 fleurs. Certaines sous espèces (*gilo* et *acuelatum*) ont une inflorescence en grappe.

L'androcée de la plante est constitué d'étamines libres et érigées avec des filets courts. Les anthères, jaunes pendant l'anthèse et entourant un stigmate papilleux, ont une déhiscence porricide.

Le caractère distinct et soudé des carpelles qui forment un paquet de l'ovaire au stigmate, semble être à l'origine de l'aspect côtelé des fruits.

Les ovules à placentation centrale sont de type anatrophe et les graines de pollen dont le nombre varie de 1 à 3, peuvent avoir un diamètre de l'ordre de 25-27 µm (Seck, 1986a).

Le fruit est une baie pluriloculaire d'environ 4-7 cm de diamètre de couleur variable au stade de récolte et vire au rouge à maturité complète en raison de son importante teneur en caroténoïde (De Bon, 1984). Sa chair blanche a un goût amer essentiellement dû selon cet auteur à sa richesse en furostanol saponine et en solanine (Messiaen, 1974).

3.2.2. La Biologie florale

La pollinisation entomophile est généralement réalisée par des abeilles sauvages néotropicales du genre *Exomalopsis* (E.) et dont deux espèces connues sont *E. pluchella* et *E. blotti* (Torregrossa, 1983).

3.3. Le *Solanum macrocarpon*

L'espèce *macrocarpon* L. a un ancêtre africain. En effet, on trouve des formes sauvages épineuses dans toutes les zones non arides d'Afrique, alors que la forme cultivée, constitue un légume-fruit et un légume-feuille importante.

3.3.1. L'Appareil végétal et morphologie florale

La plante peut atteindre 1,5 m de hauteur. La tige est cylindrique, glabre ou avec des poils étoilés. Les feuilles sont alternes et simples. Le limbe de 15-46 cm de long et de 8-30 cm de large, est entier ou avec des lobes courts pouvant atteindre 8 cm de long.

Avec une inflorescence latérale en grappe, les étamines sont alternes avec les lobes de la corolle. Les filaments sont courts et épais. Les anthères sont conniventes, et s'ouvrent par des pores terminaux. L'ovaire est super avec 2-5 loculaires.

Le fruit est une baie globuleuse, vert, blanc ivoire ou blanc violacé avec des raies sombres lorsqu'il est jeune. Il vire au jaune à maturité complète. Le goût du fruit est plus ou moins amer.

La fraction à l'éther de pétrole d'un extrait de fruit de *Solanum macrocarpon* indique une activité acaricide contre la *Rhipicephalus appendiculatus* (Grubben *et al.*, 2004).

3.3.2. La biologie florale

La floraison débute 2-3 mois après germination. Les variétés des savanes fleurissent plutôt que celles des zones fortement arrosées et sont plus tolérantes à la sécheresse. Les formes cultivées sont largement autogames. Il y a peu de fécondations croisées, dont se chargent essentiellement les abeilles et autres insectes polliniseurs. Le stigmate est réceptif quelques heures avant l'ouverture de la fleur et le reste pendant deux jours environ.

3.4. L'importance économique et alimentaire du jaxatu

3.4.1. La production

Le jaxatu est pratiquement cultivé à grande échelle dans les principales zones maraîchères du Sénégal. Parmi les plus importantes, on peut citer la zone des Niayes (Dakar –Saint Louis), de Kaolack, de Fatick, de Ziguinchor, et de Kolda (Seck, 1984).

Les statistiques disponibles renseignent peu sur la production par région. Cependant, quelques données sur le plan national ont été fournies par la Direction de l'Horticulture

(D.H.), (2006). La production nationale du *jaxatu* a connu une baisse importante en passant de 19,6 t / ha à 6,2 t / ha entre 1993 à 1996 et depuis cette année, elle augmente progressivement pour atteindre 14,68 t / ha en 2002 (Figure1). Cette baisse de production intervenue entre 1993 et 1996 peut être expliquée par plusieurs facteurs parmi lesquels les problèmes phytosanitaires qui constituent une contrainte majeure.

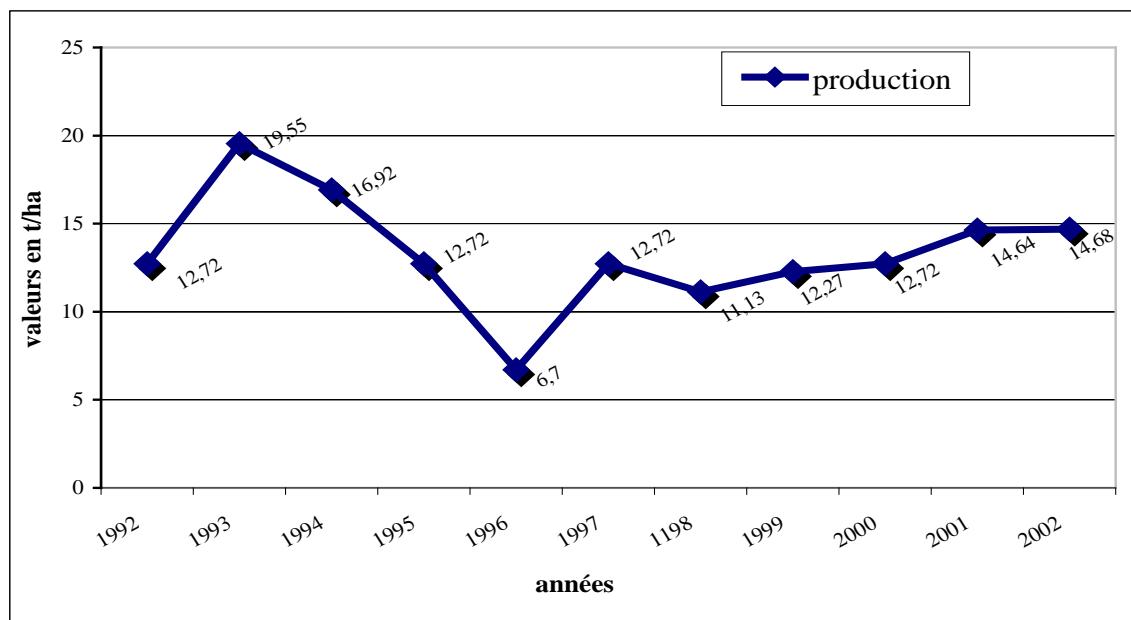


Figure 1 : Évaluation de la production de l'aubergine africaine au Sénégal de 1992 à 2002. Source : D.H. Sénégal (2006).

Les rendements varient peu selon les variétés et selon les périodes de culture. De Janvier en Août, les génotypes *Soxna*, *Keur Mbir Ndao*, *Lignée10* ont un minimum de 15 t / ha et un maximum de 30 t / ha de Septembre à Décembre (Diouf, 1994).

Le *jaxatu* est une culture d'importance économique et nutritionnelle. Ses prix rémunérateurs et le coût d'exploitation élevé en saison chaude et humide (problème phytosanitaire) sont à l'origine des difficultés d'harmonisation des prix et de l'organisation de la commercialisation. Les problèmes liés au système de commercialisation du *jaxatu* à l'instar des cultures légumières ont été rapportés par Seck, (1985). Il s'agit de l'inorganisation des circuits (Sow, 1981) et du mode d'écoulement par les «banabanas» qui détiennent 85 % des ventes de légumes (Seck, 1986a).

3.4.2. La consommation

La partie consommée de la plante varie en fonction des zones de culture : jeunes feuilles et bourgeons en climat tropical humide et fruits en zones tropicales sèches comme dans le Sahel (De Bon, 1984).

Les fruits immatures du *jaxatu* sont utilisés comme condiment dans beaucoup de types de préparations culinaires au Sénégal (Sow, 1981).

Sur le plan organoleptique, les fruits jouent le rôle d'agent sapide avec une très haute valeur nutritive rapportée par plusieurs auteurs (Toury, 1965 ; Leung *et al.*, 1968 ; Grubben *et al.*, 2004).

A noter que le *jaxatu* a une teneur en calories plus élevée que le haricot, la tomate et aubergine. Elle est de 30 calories pour le *jaxatu* contre respectivement 26, 23, 25 calories pour le haricot, la tomate et l'aubergine (Toury, 1965). La teneur en β-carotène, source de vitamineA dans le fruit du *S. aethiopicum* est de 350 µg et 6400 µg dans les feuilles contre 34 µg pour les fruits de *S. melongena* (Seck, 1986a). Au Sénégal, la consommation par famille de 12 personnes serait d'environ 100 g de fruits par semaine à Dakar (Sow, 1981), contre 1200 g par semaine en Basse Casamance (Lays, 1983). Les feuilles malheureusement très peu consommées au Sénégal constituent une valeur nutritive 2 fois plus élevée que les fruits.

3.4.3. Les autres usages.

Les fruits des variétés amères sont utilisés comme médicament dans de nombreux pays africains. Parmi les applications médicales, on notera celle des racines et des fruits comme carminatif et sédatif, ainsi que pour soigner les coliques et l'hypertension artérielle. Le jus des feuilles est utilisé comme sédatif pour soigner les affections utérines. L'extrait alcoolisé des feuilles constitue un sédatif, un anti-émétique et soigne le téton après avortement (Grubben *et al.*, 2004).

3.5. LES CONTRAINTEES LIEES A LA CULTURE DU JAXATU.

La culture du *jaxatu* est confrontée à plusieurs contraintes parmi lesquelles on peut noter l'aspect phytosanitaire.

Cette contrainte conditionne fortement la production notamment en saison chaude et humide (Seck, 1984). Parmi les principaux ennemis de la culture du *jaxatu*, nous avons

les ravageurs et les parasites. Les parasites sont principalement les champignons et les nématodes. Quant aux ravageurs, il s'agit des insectes et des acariens.

3.5.1. Les ennemis de la culture du Jaxatu.

3.5.1.1. Les parasites

Il s'agit principalement du complexe *Alternaria-Stemphylum* et des nématodes à galles.

3.5.1.1.1. Le complexe *Alternaria -Stemphylium*

La stemphyliose est une maladie causée par un champignon *Stemphylium solani*, souvent associé à *Alternaria solani*, probablement comme parasite secondaire. Les symptômes sont caractérisés par l'apparition de petites taches de couleur variable (brun-rouge à grise) rondes ou anguleuses de 2 à 4 mm de diamètre. Le champignon s'attaque préférentiellement aux feuilles âgées. Il gagne ensuite les jeunes feuilles et peut causer une importante défoliation en conditions de chaleur et d'humidité. C'est un champignon propice à la zone tropicale (Messiaen, 1974) et peut être contrôlé par un traitement au Captafol dès l'apparition des symptômes.

3.5.1.1.2. Les nématodes à galles

Il s'agit principalement du *Meloïdogyne* dont plusieurs espèces sont inféodées aux solanacées. Les dégâts sur le *jaxatu* sont faibles en saison sèche et la résistance de *S. macrocarpon* à *Meloïdogyne* a été rapportée par (Delannoy, 1980).

Les méthodes de rotation culturale proposées ne répondent pas souvent aux préoccupations des paysans et la lutte chimique donne des résultats peu satisfaisants.

3.5.1.2. Les ravageurs

Parmi ces ravageurs trois principaux ont été étudiés au CDH: *Scrobipalpa* sp., les jassides, le *Phycita* sp. et les acariens. Ces derniers constituent le groupe qui cause le plus de dégâts sur la culture du *jaxatu*.

3.5.1.2.1. Les jassides

Ce sont des homoptères dont l'invasion surtout importante en saison chaude et humide. L'adulte de couleur verte, qui mesure 2 mm vit sur la face inférieure des feuilles. Ils provoquent un jaunissement des bords du limbe foliaire, parfois internervaire, un brunissement et un enroulement des feuilles en «cuillère». Le traitement peut se faire avec des insecticides tels que l'acéphate ou le diméthoate.

3.5.1.2.2. *Les Phycita sp.*

La chenille est très défoliatrice. Les symptômes caractéristiques de l'attaque se manifestent par un début de sectionnement de la feuille à la base du limbe et un recroquevillage des bords de celui-ci favorisant ainsi la protection de la chenille. Il s'ensuit la perforation et le flétrissement du limbe de la feuille qui finit par mourir.

3.5.1.2.3. *La foreuse des fleurs (Scrobipalpa ergasima)*

C'est un microlépidoptère de la famille des Géléchidés. Il attaque particulièrement les organes floraux. Sa chenille se nourrit de l'ovaire qui s'hypertrophie avant la chute des fleurs.

Sa vie larvaire exclusivement endocarpique rend difficile la détection des dégâts. En saison chaude et humide, les pertes peuvent aller de 90 à 100 % sur la variété *Soxna* (Van de Plas, 1984). La lutte génétique ne semble pas constituer une voie prometteuse d'autant plus que les tentatives de croisement avec *S. symbriofolium* n'ont pas permis d'obtenir des hybrides fertiles ni des semences capables de germer.

3.5.1.2.4. *Les acariens*

Les acariens sont les plus redoutables ennemis sur les cultures du *jaxatu*. Leur attaque est généralement dangereuse car le nombre d'individus présents est souvent élevé, d'où l'attention particulière portée sur eux. Les acariens appartiennent à l'embranchement des arthropodes et à la famille des arachnidées.

Ils vivent sur la face inférieure des feuilles dont ils sucent le suc cellulaire du parenchyme, perturbant ainsi le métabolisme de la plante (Bovey *et al.*, 1972). Les principales familles inféodées aux cultures maraîchères au Sénégal sont les *Tetranychidae*, les *Tarsonemidae* et les *Eryphiyidae* (Messiaen, 1974 ; Collingwood *et al.*, 1981 ; Bourdhouxhe, 1982).

Une étude portée sur l'incidence des acariens sur la culture du *jaxatu* a été effectuée sur 4 génotypes (*Soxna*, *Lignée10*, *Lignée16* et *Lignée18*). Les résultats montrent que les acariens attaquent aussi bien les lignées sensibles que les lignées tolérantes. Leur attaque a une influence négative sur le développement végétatif du *jaxatu* (hauteur et encombrement réduit, plantes plus faibles et plus vulnérables). Cela se traduit sur la production par une chute des rendements et un pourcentage de fruits attaqués plus important (Ka, 1995).

Nous allons porter une attention particulière sur les deux familles les plus représentées sur le *jaxatu* : les *Tetranychidae* et les *Tarsonemidae*.

- **Les Tetranychidae.**

Les *Tetranychidae* dont le genre *Tetranychus* est la famille la plus importante sur le *jaxatu*. Ce sont des acariens ovales à peine visibles à l'œil nu avec un diamètre d'environ 500 µm (Messiaen, 1974). On les désigne sous le nom d'araignées rouges bien qu'ils puissent être colorés en jaune (larves et individu immature) ou en rouge (adulte). L'espèce *Tetranychus urticae* (Koch) est un représentant polyphage très redoutable de cette famille dont le nombre de plantes hôtes avoisine 200 (Bovey et Bolay, 1972). Identifiée au Sénégal pour la première fois à Djibélor (Gutierrez et Etienne, 1981) sur Papayer et Vigne, cette espèce a été reconnue sur le *jaxatu* au CDH (Collingwood *et al.*, 1981).

Les dégâts des *Tetranychus* se manifestent par une altération du tissu foliaire des plantes, provoquée par absorption du suc cellulaire avec leur rostre. Suivant l'intensité des attaques, les tissus en palissade sont détruits ; il en résulte divers symptômes : un arrêt de croissance, des déformations, des chloroses, jusqu'à une déformation complète ou mort de la plante.

- **Les Tarsonemidae**

Les *Tarsomenidae* constituent une famille d'acariens généralement jaunâtres et invisibles à l'œil nu (longueur d'environ 160 µm, d'après Messiaen (1974). Un représentant connu de cette famille est *Polyphagotarsonemus latus*. Cet acarien, rapporté sur *jaxatu* par Dermul, (1985) s'attaque préférentiellement aux jeunes feuilles, mais parfois aussi aux feuilles âgées. Celles-ci prennent alors un aspect brillant, une teinte bronzée et se déforment. La végétation est bloquée et sous l'effet d'une forte attaque, la plante peut se dessécher.

L'étude de la dynamique des populations réalisée par Bourdhouxe (1982) montre que cet acarien présent toute l'année, connaît des pullulations en novembre et février (période fraîche).

3.5.2. Les méthodes de lutte

Le souci principal de la culture du *jaxatu* est la lutte contre les acariens. Il existe plusieurs méthodes : la lutte chimique, la lutte biologique et la lutte génétique.

3.5.2.1. La lutte chimique

Bien que le coût des produits soit élevé, la lutte chimique reste jusqu'à présent la voie la plus usuelle pour combattre les ennemis des cultures maraîchères. Un certain nombre de pesticides est disponible pour contrôler les acariens.

En effet, le dicofol initialement suggéré s'est avéré inefficace. Le cas du diméthoate sur *Tetranychus (T.) urticae* du coton a été signalé (Leigh et Winhols, 1980). Hoyt *et al.*, (1985) ont observé l'échec du Cyhexatin sur *T. urticae* Koch.

Ces problèmes liés à l'accoutumance, semblent s'expliquer par une certaine résistance développée par l'acarien suite à l'usage continu d'un même acaricide. En plus de cela, des études ont montré que le parasite devient résistant aux composés de la même famille (Russel, 1978). Ces observations ont amené le CDH à préconiser l'alternance des acaricides utilisés.

Les insecticides tels que le Selvin et le DDT et certains insecticides phosphoriques stimulent la reproduction des acariens (Messiaen, 1974), tandis que d'autres détruisent leurs prédateurs naturels (Apperte et Deuse, 1982).

A cela, il faut ajouter le problème du lessivage des produits en hivernage. En plus, les produits utilisés en culture ornementale et florale sont interdits en culture maraîchère car dangereux pour l'homme et ceux autorisés présentent une rémanence assez longue (Redlich et Dubois, 1970).

3.5.2.2. La lutte biologique

Les prédateurs de la famille des phytoseidées sont les plus utilisés pour lutter contre les acariens phytophages.

Ces observations prouvent bien qu'il y ait des possibilités pour le contrôle biologique des tétranyques sur le *jaxatu* mais cela nécessite des études spécifiques dans les conditions du Sénégal (recherche de prédateur au niveau local, introduction etc.).

3.5.2.3. La lutte génétique

Les études menées dans ce sens ont permis d'améliorer le génotype *Soxna* très sensible aux acariens. A l'issue des travaux de Diouf (1994), il a été établi de manière assez nette, la relation qui existe entre la pilosité foliaire et le niveau d'infestation pour les acariens : les lignées poilues (*Lignée 10*) sont plus résistantes que celles glabres (*Soxna, Keur Mbir Ndao*).

Suite à l'étude des mécanismes de résistance aux acariens, il ressort l'intérêt d'utiliser *Solanum macrocarpon* et *Solanum sisymbriifolium* pour leur bonne résistance aux acariens.

Cependant, bien que les résultats de lutte génétique soient satisfaisants du point de vue de l'application, il demeure encore nécessaire de les améliorer.

En plus, le problème de la disponibilité des semences de certains génotypes est une contrainte pour faire le meilleur choix des géniteurs à utiliser et d'atteindre plus rapidement les objectifs fixés.

3.6. Travaux effectués sur la mycorhization du jaxatu

- La fréquence et l'intensité de mycorhization

L'établissement de la mycorhization en serre rapporté par Diop *et al.*, (2003), était efficace dans les racines de tous les génotypes de l'aubergine africaine. La fréquence de colonisation a été estimée à plus de 60 % de champignons MA dans les racines corticales de tous les génotypes inoculés. Parmi ces génotypes, la lignée 10 (*L10*) a montré le pourcentage de colonisation racinaire le plus élevé avec 90 % après inoculation avec *Glomus (G.) aggregatum*, 85 % avec *G. mosseae* et 75 % avec le *Glomus. versiforme*. L'inoculation de la souche *G. aggregatum* a été plus efficace chez tous les génotypes inoculés. *G. versiforme* a semblé être moins agressif. Ces résultats confirment que la variabilité génétique des génotypes, a une influence sur l'efficacité des champignons MA inoculés (Declerck *et al.*, 1995 ; Clark et Zeto, 2000).

- La dépendance du jaxatu inoculé

La dépendance mycorhizienne relative s'est largement étendue parmi les génotypes de *jaxatu* étudiés. Cependant, la dépendance mycorhizienne relative calculée, est inférieure à 50 % pour toutes les Solanacées inoculées. Ainsi, pour des plants de *jaxatu* produits en serre, *G. aggregatum* s'est révélé plus efficace pour approvisionner les plants en phosphore que *G. mosseae* et *G. versiforme*.

- La nutrition minérale

G. aggregatum augmente la teneur en phosphore chez tous les génotypes. Cependant, *G. mosseae* s'adapte mieux avec la *L10* qui détient les plus grandes teneurs en NPK. *G. versiforme* n'améliore pas l'absorption du phosphore.

- La biomasse sèche des racines

Linoculation avec *G. mosseae* ou *G. aggregatum* a permis une augmentation significative de la biomasse des plants du génotype *Cabrousse*. Par contre le *G. versiforme* a donné des résultats similaires aux témoins. L'inoculation par chacune des trois souches précédentes a induit une biomasse élevée chez *L10* et *Soxna*. Tandis que chez la variété *Keur Mbir Ndao*, seul *G. aggregatum* a entraîné une meilleure production de biomasse des racines sèches (Diop *et al.*, 2003).

II. MATERIEL et METHODOLOGIE

2.1. Le matériel

2.1.1. Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de la *Lignée 10* et de trois variétés (*Cabrousse*, *Ngalam*, *Keur Mbir Ndaw*) (tableau 2). Les semences ont été mises à notre disposition par le Laboratoire d'Amélioration des Plantes du CDH/ISRA.

Pour éviter toute confusion, le terme génotype a été employé dans ce mémoire, compte tenu de la nature du matériel végétal utilisé (variétés, lignées, espèces différentes).

Tableau 2 : Caractéristiques du matériel végétal utilisé

Genres	Espèces	Génotypes	Obtentions	Cycles	Sensibilités aux acariens
<i>Solanum</i>	<i>aethiopicum</i>	<i>Keur Mbir Ndao</i> (<i>KMN</i>)	CDH/ISRA	3-4 mois	sensible
<i>Solanum</i>	<i>aethiopicum</i>	<i>Lignée 10 (L10)</i>	CDH/ISRA	3 mois	tolérant
<i>Solanum</i>	<i>aethiopicum</i>	<i>Ngalam</i>	TROPICASEM	3 mois	sensible
<i>Solanum</i>	<i>macrocarpon</i>	<i>Cabrousse</i>	CDH/ISRA	6 mois	tolérant

2.1.2. Le matériel fongique

Le matériel fongique servant à l'inoculation appartient à la collection du Laboratoire de Biotechnologies des champignons (LBC) de l'UCAD. Il s'agit d'une souche de champignon mycorhizien arbusculaire : *Glomus aggregatum*, Schenck et Smith emend Koske (DOM 227 128), isolé à Ndiokoul. La souche utilisée comme source d'inoculum a déjà été multipliée en serre en utilisant comme plante piège le maïs (*Zea mays L.*). Le substrat de culture été constitué de sable grossier de plage pauvre en phosphore préalablement lavé à l'eau courante et stérilisée à 120° C pendant 2 heures.

2.1.3. Les produits phytosanitaires utilisés

Plusieurs traitements ont été effectués à titre préventif et curatif (Tableau 3).

Tableau 3 : Liste des pesticides appliqués sur les plants de jaxatu lors de l'essai d'inoculation mycorhizienne au champ.

Pesticides	Nom commercial	Matière active (m.a.) en %	Mode d'action
Acaricides	Systoate	Diméthoate 40 %	systémique+contact
	Thimul 35	Endosulfan 35 %	contact
Insecticides	Décis	Deltaméthrine 1,25 %	contact
	Orthène	Acéphate 50 %	systémique+contact

Source : Guide Pratique du Maraîchage au Sénégal (Beniest *et al.*, 1987).

2.2. La méthodologie

2.2.1. La présentation du site

L'étude a été réalisée au Centre pour le Développement de l'Horticulture (CDH) de Cambérène situé à 15 km de Dakar.

*Le CDH fait partie de la zone des «Niayes» qui est une bande de terre côtière qui bénéficie de l'influence marine. Cette zone est caractérisée par un climat sub-canarien, des sols Dior constitués de sable à 95 %, une agriculture péri-urbaine intensive dont les activités maraîchères dominent (Beniest *et al.*, 1987)*

Il n'existe pas de réseau hydrographique permanent de surface. Cependant la zone des « Niayes » bénéficie d'une nappe phréatique superficielle située sur 5 à 4 m de profondeur.

2.2.2. La mise en place de la pépinière et son suivi

Quatre planches de $1,5 \text{ m}^2$ ($1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) chacune, ont été effectuées conformément aux principes du guide pratique des cultures maraîchères (Beniest *et al.*, 1987). Avant le semis, du fumure de fond à base de poudre d'arachide (2 kg / m^2) et de l'engrais minéral NPK (10-10-20) (5 kg / 100 m^2), ont été incorporés par bêchage sur chaque planche. De même, un traitement préventif du sol a été effectué sur chaque planche par un insecticide, Furadan (4 g / m^2).

Le semis a eu lieu le 15 septembre 2005. Quatre génotypes (*Keur Mbir Ndao, Lignée 10, Ngalam et Cabraousse*) ont été utilisés avec un géotype par planche. Pour chaque géotype, 100 graines étaient semées dans 5 sillons de 1 cm de profondeur, en raison de 20 graines par sillon. Les graines étaient distantes de 2 cm dans les sillons. Ces derniers étaient équidistants de 20 cm (Figure 2).

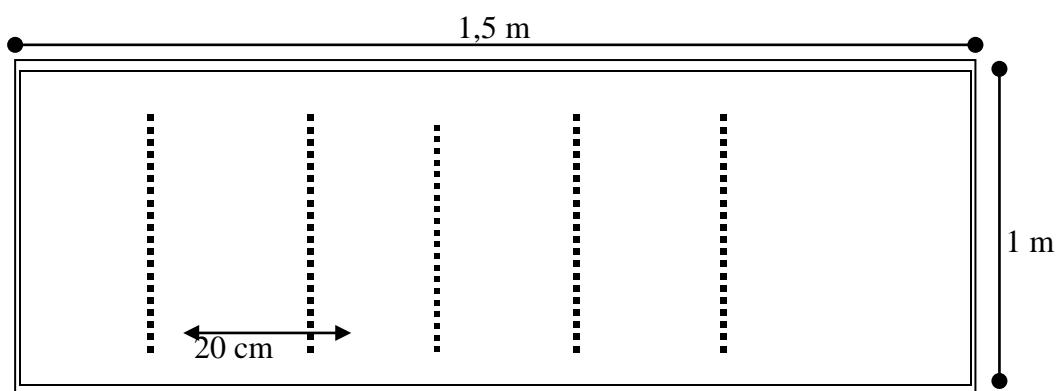


Figure 2 : Schéma d'une planche de pépinière

L'arrosage a été effectué chaque matin par un arrosoir muni d'une pomme à petits trous afin d'éviter que les jeunes plants se cassent par la force très puissante du jet d'eau. Le désherbage, le sarclage et le binage s'effectuaient régulièrement.

Un traitement d'insecticide (Endosulfan, 1050 g (m.a.)./ha) et de fongicide (Benlate, 40g (m.a.)./ha) étaient appliqués 21 jours après semis sur les jeunes plants de chaque planche.

2.2.3. L'inoculation des champignons mycorhiziens arbusculaires

L'inoculation des racines est réalisée en pépinière dans le but d'augmenter la vigueur des plants à la plantation. Elle a été effectuée à 30 jours après semis et consiste à mettre en contact l'inoculum (*Glomus aggregatum* + substrat de culture). *Glomus aggregatum* a une densité sporale d'environ 40 %. Des trous de 2 à 3 cm de profondeur ont été creusés autour des jeunes plants et 20 g d'inoculum par plant y avaient été versés. Ces trous ont été recouverts ensuite avec du sable. L'inoculation a été suivie d'un léger arrosage pour tasser le sol.

2.2.4. Le repiquage

2.2.4.1. La préparation du site de repiquage

Le champ expérimental avait comme précédent cultural un essai de haricot (*Vigna radiata*). Un enfouissement du carbofuran (6 g / m²) a été effectué pour le contrôle des nématodes.

La préparation des blocs consistait, après désherbage, à un labour profond, une incorporation de poudre d'arachide comme fumure de fond (200 kg / 100 m²), puis à un niveling suivi d'une pré-irrigation par aspersion. Nous avons procédé par la suite à la délimitation des blocs et des parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 3 m² (2 m x 1,5 m). La distance entre les parcelles était de 0,5 m de longueur et 0,5 m de largeur.

2.2.4.2. Le dispositif expérimental

Le repiquage a été effectué suivant un dispositif en blocs complètement randomisés ou blocs de FISCHER. Chaque bloc comporte huit (8) parcelles élémentaires et a été répété trois (3) fois. Un seul facteur est étudié, le traitement de pesticides avec deux niveaux (traité et non traité). La parcelle élémentaire sert d'unité expérimentale.

Le repiquage a été effectué 45 jours après semis. Les jeunes plants inoculés les plus vigoureux ont été choisis. Pour chaque génotype 82 plants étaient prélevés, les 72 sont répartis en 12 plants par parcelle, les 10 restants ont été mis en jauge et serviront à remplacer les pieds manquants (Tableau 4).

Tableau 4 : Schéma du dispositif expérimental en blocs aléatoires complets.

I : inoculé

TO : sans traitement avec des pesticides durant le cycle

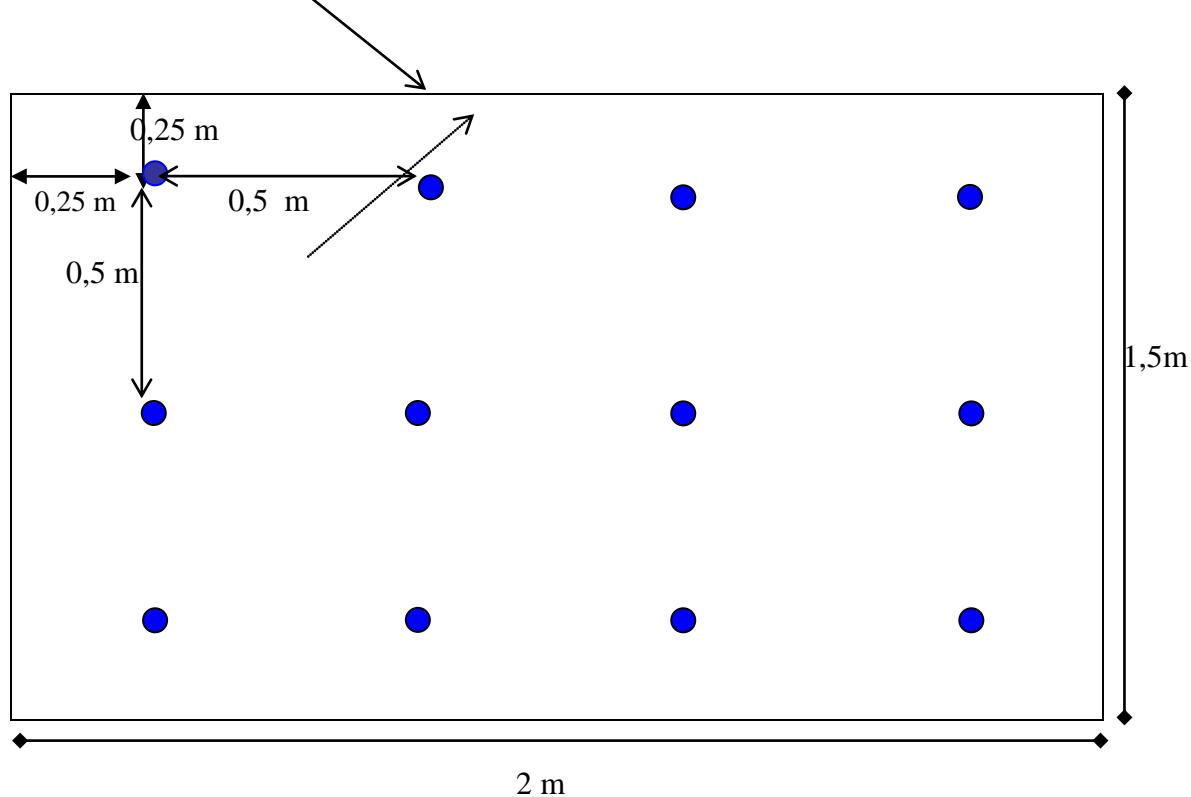
T1 : suivi normal avec des pesticides

V1 : *Keur Mbir Ndao*V2 : *Lignée 10 (L10)*V3 : *Ngalam*V4: *Cabrousse*

Bordure								
Bloc 1	IT1V2	IT1V1	IT0V1	IT0V4	IT0V2	IT0V3	IT1V3	IT1V4
Bloc 2	IT1V1	IT1V3	IT1V2	IT1V4	IT0V4	IT0V1	IT0V2	IT0V3
Bloc 3	IT0V2	IT1V4	IT0V1	IT1V1	IT1V2	IT0V3	IT1V3	IT0V4

Bordure								
---------	--	--	--	--	--	--	--	--

Parcelle élémentaire:



2.2.5. L'entretien :

2.2.5.1. L'irrigation et l'élimination des mauvaises herbes

L'irrigation était quotidienne et se faisait par aspersion à la dose de 5 ml par jour hormis les jours coïncidant avec l'application des pesticides. Le désherbage et le binage ont été effectués manuellement toutes les 3 semaines, en prenant le soin de ne pas trop se rapprocher des racines des plants.

2.2.5.2. La fertilisation

De l'engrais minéral d'entretien (2 kg / 100 m²) dont les ¾ de la dose normale sont du 10 – 10 - 20 et les ¼ de l'urée, a été apporté aux 20^{ème}, 40^{ème} et 60^{ème} jar. Ainsi autour de chaque pied de plant, un sillon de 5 cm environ de profondeur a été creusé et dans lequel 5 g d'engrais ont été versés. Le sillon est recouvert de sable par la suite.

2.2.5.3. L'application des pesticides

L'application des pesticides se faisait chaque semaine, tôt le matin, à partir du 18^{ème} jusqu'au 119^{ème} jar. Les concentrations liquides ou les poudres mouillables de la matière active (m.a.) des produits utilisés, ont été mélangées avec de l'eau pour faire une bouillie que l'on pulvérise sur les plants à l'aide d'un pulvérisateur à dos à pression entretenue. Les produits ont été appliqués sur la surface foliaire des plants en insistant sur la face inférieure des feuilles. Les doses et les jours d'applications sont consignés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Doses et dates d'application des produits utilisés.

Matières actives (m.a.)	Doses	Dates d'application (jar)
Diméthoate	300 g/ha	45, 51, 69, 92, et 119 ^{ème}
Endosulfan	612,5 l/ha	30, 92, et 100 ^{ème}
Deltamétrine	12,5 l/ha	18 et 37 ^{ème}
Acéphate	750 g/ha	45 et 51 ^{ème}

2.2.6. Les observations effectuées en cours de culture :

Pour vérifier si l'effet des pesticides sur la mycorhization peut avoir une répercussion sur le développement végétatif et la production du *jaxatu*, les paramètres de croissance (hauteur, encombrement) et de production (diamètre équatorial et polaire des fruits, nombre de fruits, poids des fruits et rendement par génotype) de la plante hôte, ont été évalués.

En vue d'éviter les risques d'interférences entre les parcelles voisines, les observations effectuées ne portaient que sur les six (6) plants situés au milieu de chaque parcelle élémentaire.

Pour s'assurer de la bonne levée après le repiquage, le taux de reprise de tous les génotypes inoculés a été évalué avant le traitement de pesticides. Les génotypes tolérants (*Cabrousse* et *L10*) ont montré un taux de reprise de 100 %. Chez les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*) 92 % des plants ont bien repris. Les pieds manquants ont été remplacés deux (2) semaines avant le début de l'application des pesticides.

2.2.6.1. Le développement végétatif

Avec une règle graduée de 1 m, les mesures suivantes ont été faites chaque semaine à partir du 30^{ème} jusqu'au 59^{ème} jar.

- ✓ La hauteur de chaque plant a été prise. La règle était plaquée contre la tige à partir du collet jusqu'à l'apex et par lecture la mesure a été faite.
- ✓ Pour l'encombrement, l'envergure des ramifications latérales opposées les plus longues ont été mesurées.

2.2.6.2. L'évaluation du nombre de plants attaqués par génotype

Les acariens sont les principaux ennemis de la culture du *jaxatu*, c'est ainsi que nous avons porté nos observations surtout sur les dégâts causés par ces derniers. Les attaques d'acariens ont été notées régulièrement. Celles ci se traduisait :

- Pour les Tétranyques, par un jaunissement des feuilles par plages convergentes
- Pour les Tarsonèmes, par une réduction et un goûffrage des feuilles prenant une coloration brongée sur la face inférieure.

Tout plant présentant ces symptômes sur une seule partie de ses feuilles a été considéré comme plant attaqué. Le prélèvement du nombre de plant attaqué s'effectuait chaque semaine à partir du 35^{ème} jar jusqu'au 73^{ème} jar.

2.2.6.3. Les caractéristiques de la production

Les récoltes ont été faites à la maturité complète des fruits, ce qui correspond au 68^{ème} jar pour *KMN*, *Ngalam* et *L10* (couleur rouge du fruit) et 89^{ème} jar pour *Cabrousse* (fruit jaune). L'ensemble des mesures ont été faites sur les quatre premières récoltes de chaque génotype traité et non traité.

- A l'aide d'un pied à coulisse, des mesures portant sur le diamètre équatorial et le diamètre polaire des fruits récoltés ont été faites.
- Le nombre moyen de fruit par génotype a été compté. Il correspond au nombre total de fruits récoltés sur le nombre total de plants où la récolte a été effectuée.
- Le poids des fruits a été pesé à l'aide d'une balance de précision de marque SORTORIUS (portée Max de 3100 g). Le poids moyen des fruits a été déterminé par le rapport entre le poids total sur le nombre de fruits.
- Le rendement moyen par génotype a été estimé en faisant le rapport entre le poids total des récoltes et le nombre de plants sur lequel ont porté ces récoltes.

2.2.6.4. Les étapes de la détermination des paramètres de mycorhization

Le prélèvement des racines a été effectué sur les 6 plants du milieu de chaque parcelle élémentaire. Les plants ont été déterrés à l'aide d'une pelle. Au niveau de chaque parcelle élémentaire les racines les plus fines sont séparées de leurs parties principales, puis placées dans un bêcher contenant une solution alcool à 70°C. Nous avons utilisé 24 bêchers portant chacun le nom de la parcelle correspondante. Les bêchers ont été fermés par la suite et conservés au froid jusqu'à la coloration des racines qui a été effectuée au LBC de l'UCAD grâce à la méthode de Philips et Hayman (1970).

❖ Préparation des 1000 ml de colorant :

Une solution de 0,5 g de bleu de Trypan est mélangée avec 100 ml de vinaigre (ou 100 ml de lactophénol d'amman) dans 900 ml d'eau distillée.

❖ Coloration :

D'abord les racines de chaque bêcher ont été réparties dans 3 tubes portant toujours le nom de la parcelle. Au total 72 tubes ont été utilisés. Les racines sont ensuite

soigneusement rincées à l'eau de robinet afin d'éliminer les particules de sable et l'alcool. Puis une solution de KOH 10 % est ajoutée dans chaque tube. Les tubes sont portés à ébullition dans un bain-marie 95° C pendant 1h 30 mn pour décolorer les racines et vider les contenues des cytoplasmes racinaires. Le KOH est éliminé et un rinçage abondant de 3 à 4 fois à l'eau est effectué. Le colorant déjà préparé est versé dans les tubes qui sont placés au bain-marie 95° C pendant 40 mn. Le colorant est éliminé et les racines sont séjournées dans de l'eau jusqu'à l'observation.

L'examen histologique est effectué en montant les fragments de racines parallèlement entre lame et lamelle dans une goutte de glycérol. Pour chaque tube, 3 lames sont préparées. Sur chaque lame sont déposés 10 fragments racinaires de 1 cm de long et choisis au hasard. La lecture est faite au microscope optique, grossissement x 100.

2.2.6.5. L'expression des résultats de la mycorhization

La fréquence de mycorhization (nombre de fragments mycorhizés / nombre total des fragments) est évaluée sans tenir compte du stade de développement extra et intraracinaire des symbiotes. Seule la présence de propagules mycorhziennes est comptabilisée.

La formule de Trouvelot *et al.*, (1986) appliquée à la présence de vésicules dans les racines mycorhizées a permis d'estimer l'intensité de la mycorhization racinaire. L'intensité (M %) du cortex est appréciée comme suit :

$$M \% = 95 n_5 + 70 n_4 + 30 n_3 + 5 n_2 + n_1 / N$$

n_5, n_4, n_3, n_2, n_1 désignent respectivement les nombres de fragments de classe 5, 4, 3, 2, 1 et N est le nombre de fragments observés.

2.2.7. L'analyse des résultats

Nous rappelons que tous les plants considérés sont inoculés avec *Glomus aggregatum*. De ce fait notre analyse ne portera que sur le facteur traitement de pesticides. Ainsi les plants ayant reçu un traitement phytosanitaire pendant toute la durée de l'expérimentation sont considérés comme traités dans le cas contraire ils sont non traités. Ainsi, cette distinction de plants traités (T) et non traités (NT) sera appliquée à toutes les variables mesurées.

Les valeurs en pourcentage ont été transformées en utilisant la formule de la transformation angulaire ($\text{Arcsin}\sqrt{x}(\%)$), avant leur analyse de variance. L'analyse des variances a été faite grâce au logiciel COHORT et la comparaison des moyennes a été effectuée à l'aide du test de séparation des moyennes de Duncan (DMRT). Les graphiques et les courbes ont été faits par le logiciel Excel.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3. 1. Les Résultats

3.1.1. Les paramètres de croissance

3.1.1.1. La hauteur

La hauteur du génotype *L10* a été la plus performante avec l'application des pesticides (63,11 cm) tandis que le *Ngalam* a la hauteur la plus petite (42,09 cm) (Annexe 1).

La comparaison des différents génotypes a permis de distinguer deux groupes. Le premier (*L10* et *Cabrousse*) où l'effet des pesticides a entraîné une amélioration de la hauteur chez les plants traités. Dans le second groupe (*KMN* et *Ngalam*), un retard de croissance a été observé chez les plants traités comparés aux non traités.

L'analyse faite sur l'effet des pesticides au sein de chaque génotype révèle une variation significative selon le traitement.

Le génotype *KMN* n'a pas montré une différence significative de la hauteur entre les plants traités et non traités avant le 39^{ème} jar. Cependant à partir du 39^{ème} jar, la hauteur des plants non traités (NT) est supérieure à celle des plants traités (T) (Figure 3 et Annexe1).

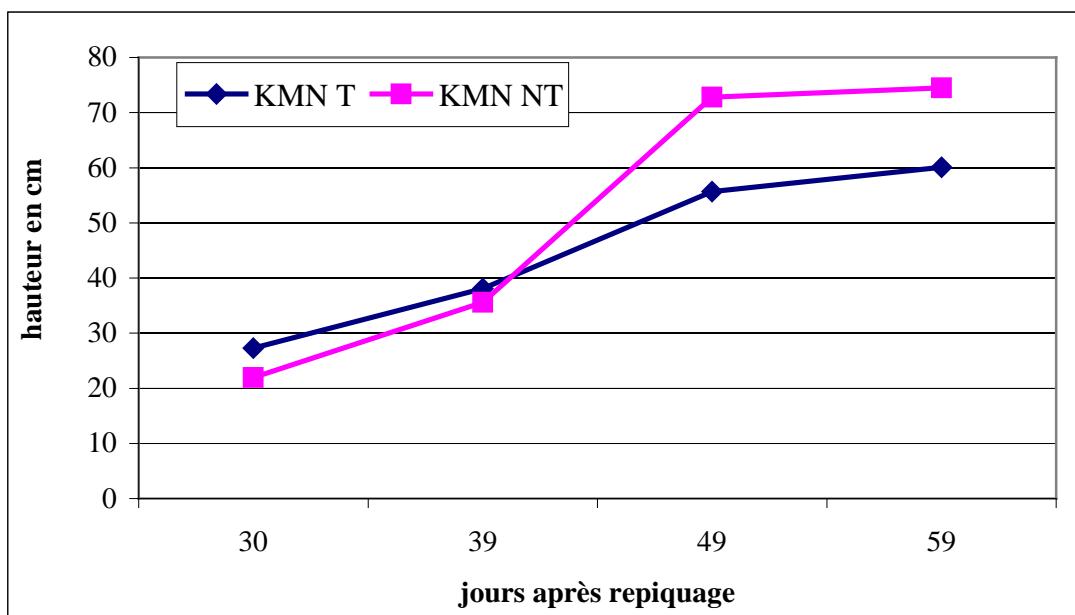


Figure 3 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités du génotype Keur Mbir Ndao (KMN). T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

Une meilleure croissance des plants traités de *L10* est constatée durant toute la durée de la culture. Cette évolution de la hauteur va de 50,98 cm pour les plants non traités à 63,11 cm chez les traités (Figure 4 et Annexe 1).

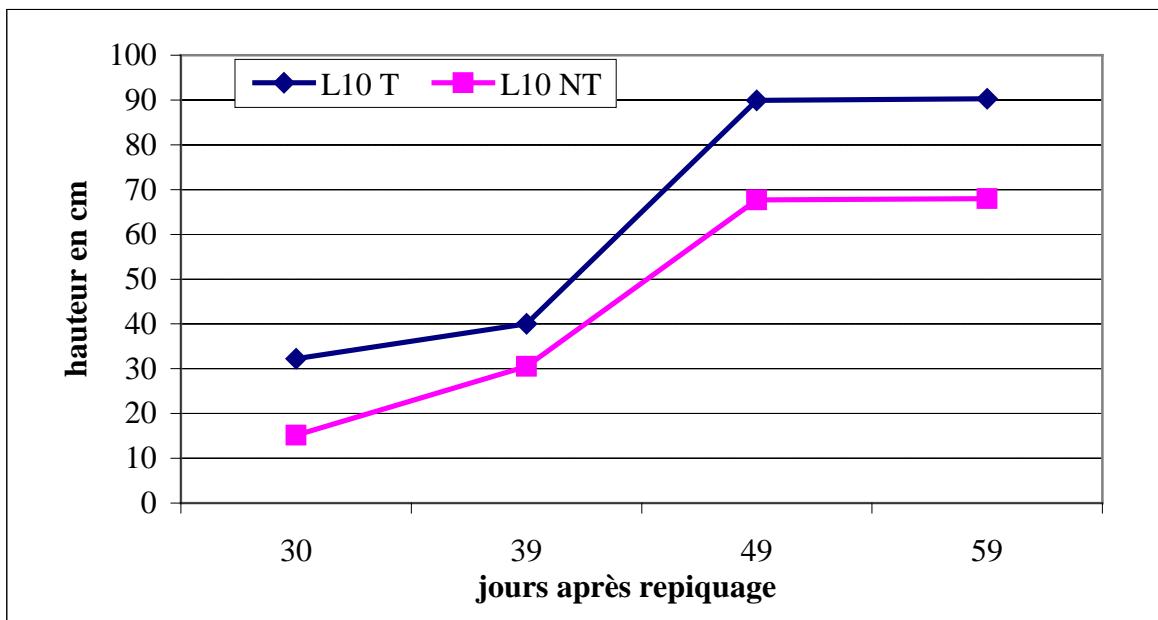


Figure 4 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de la Lignée 10 (*L10*). T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

La hauteur du génotype *Ngalam* ne manifeste pas une différence significative entre les plants traités et ceux n'ayant pas reçu de traitements phytosanitaires. En valeur absolue, la hauteur des plants non traités devient légèrement supérieure à celle des plants traités au 49^{ème} jar avec une différence de 0,29 cm (Figure 5 et Annexe 1).

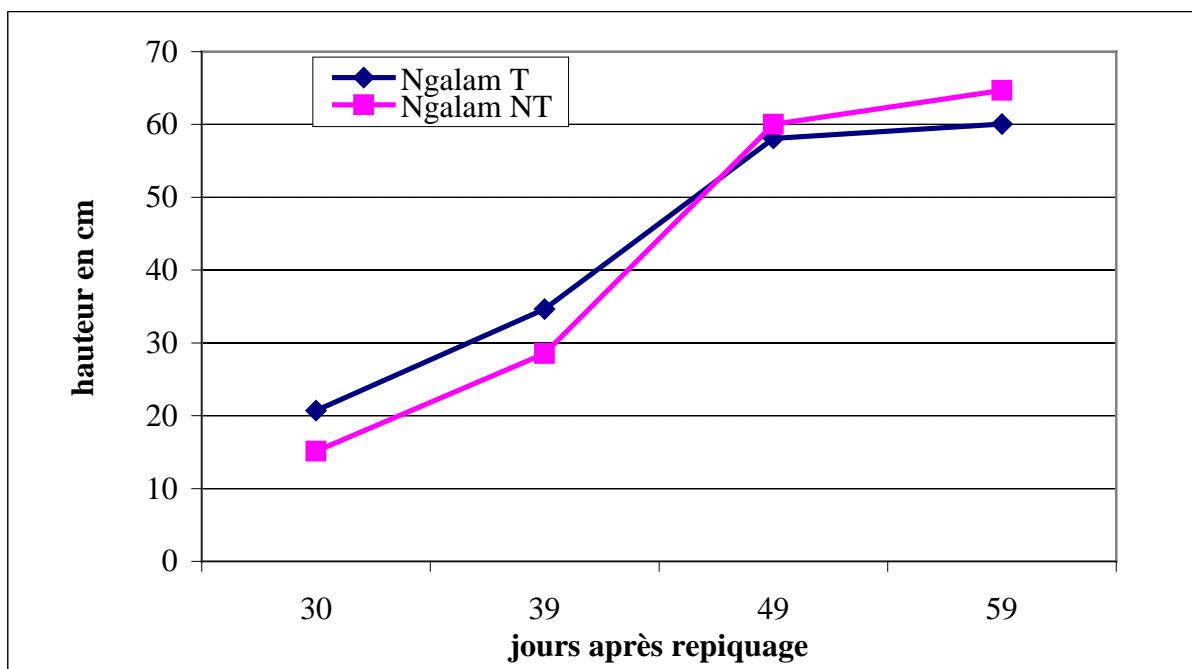


Figure 5 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de Ngalam. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

Chez le génotype *Cabrousse*, les plants traités ont donné une meilleure croissance en hauteur comparée aux plants non traités. Elle va de 42,92 cm pour les plants non traités à 60,66 cm pour les plants traités soit une différence de + 10 cm (Figure 6 et Annexe1).

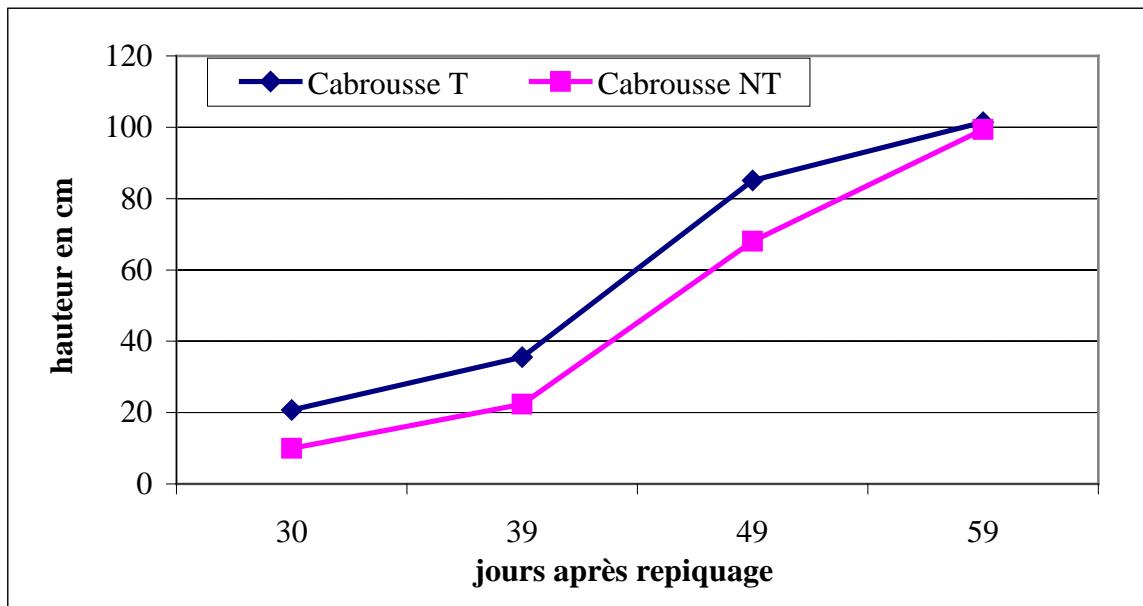


Figure 6 : Évolution de la hauteur chez les plants traités et non traités de Cabrousse. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

3.1.1.2. L'encombrement

L'encombrement latéral des plants est plus important pour les génotypes *L10 T*, *Ngalam NT*, *Cabrousse T* avec respectivement 84,4 ; 81,52 ; et 80,46 cm. Le génotype *KMN T*

a montré l'encombrement le plus faible (55,55 cm). Les autres génotypes possèdent des valeurs intermédiaires (Annexe1).

Un retard de croissance de 13,96 cm est noté chez les plants traités du génotype *KMN* comparés à ceux non traités. Cet effet négatif de l'application de pesticides sur les plants de *KMN* est perceptible à partir du 39^{ème} jar (Figure 7).

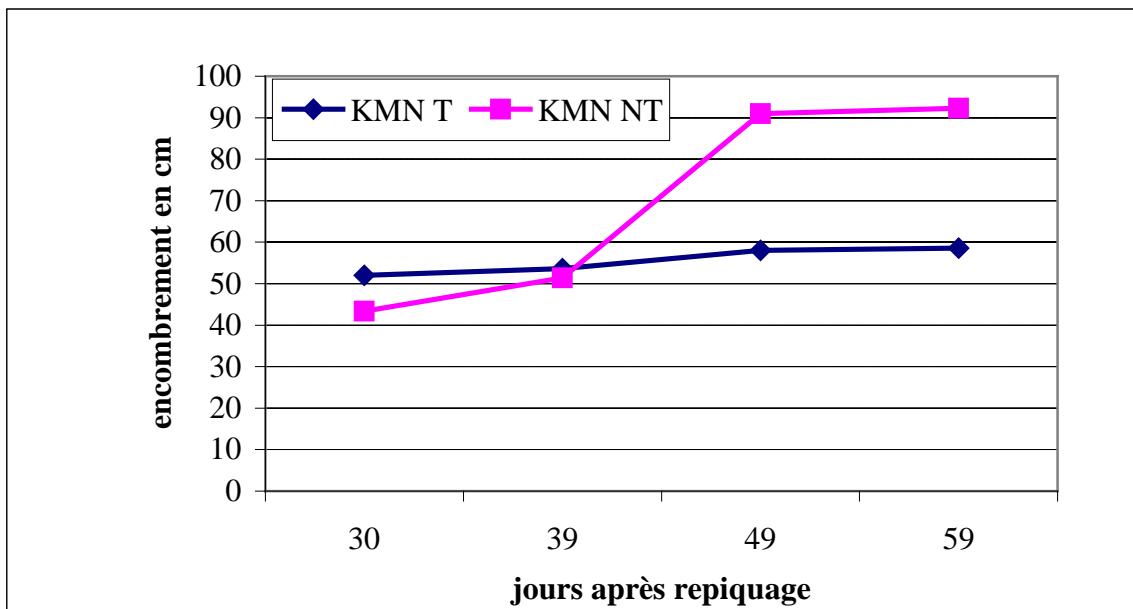


Figure 7 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de Keur Mbir Ndao. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

L'encombrement des plants T de la Lignée 10 est significativement supérieur à celui des plants NT. Il est de 60,47 cm chez ces derniers contre 84,4 cm chez les plants traités. Cette stimulation de l'encombrement est discernable à partir du 39^{ème} jar et cela jusqu'au 59^{ème} jar. A cette dernière date une, différence de plus de 23 cm est notée entre l'encombrement des plants T et ceux NT (Figure 8).

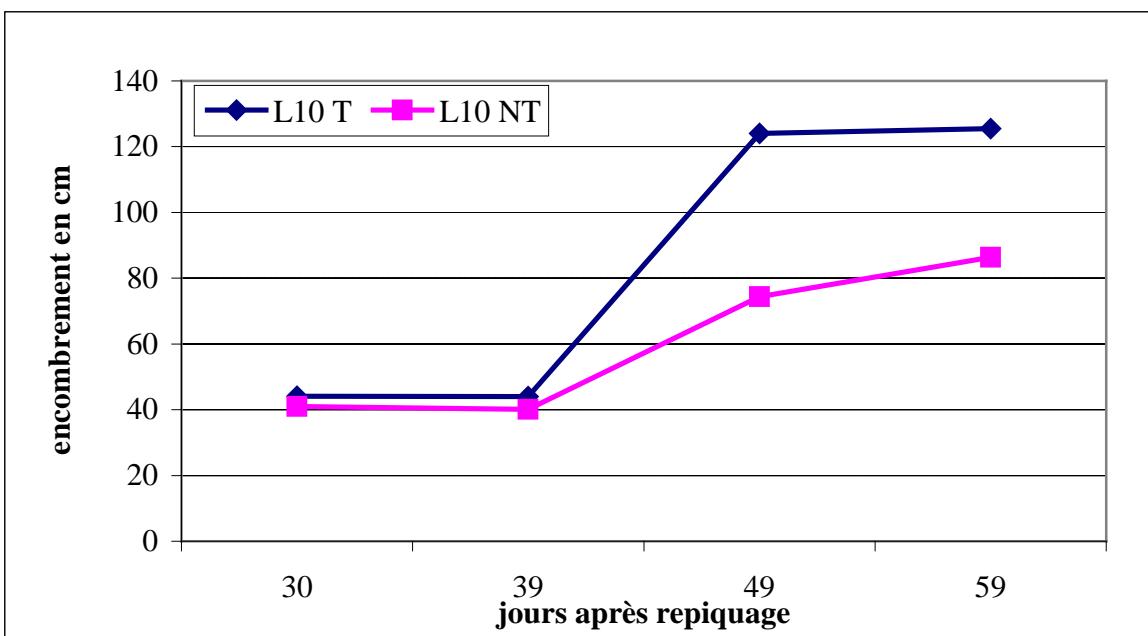


Figure 8 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de la Lignée 10. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

Les plants traités du génotype *Ngalam* ont un encombrement significativement inférieur à celui des plants non traités avec une différence de plus de 5 cm et cet écart est perceptible dès le 39^{ème} jar (Figure 9).

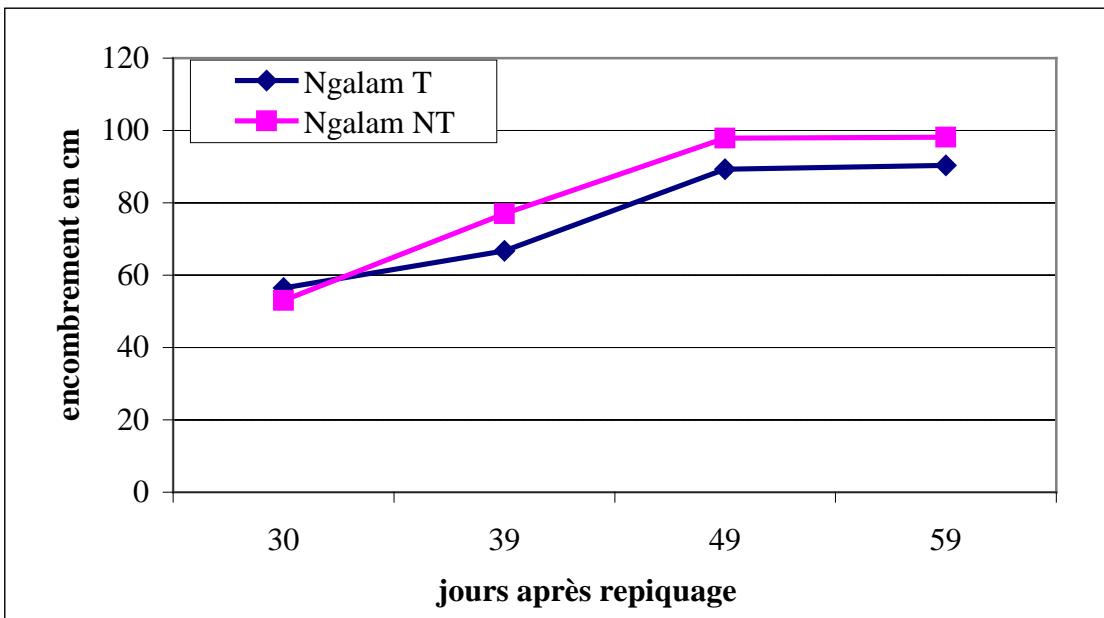


Figure 9 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités de Ngalam. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

Au niveau du génotype *Cabrousse*, l'application de produits phytosanitaires a entraîné un effet significatif sur la croissance de l'encombrement entre le 30^{ème} et le 39^{ème}. A partir du 39^{ème} jar, l'encombrement des plants T et NT ne montrent aucune différence significative (Figure 10).

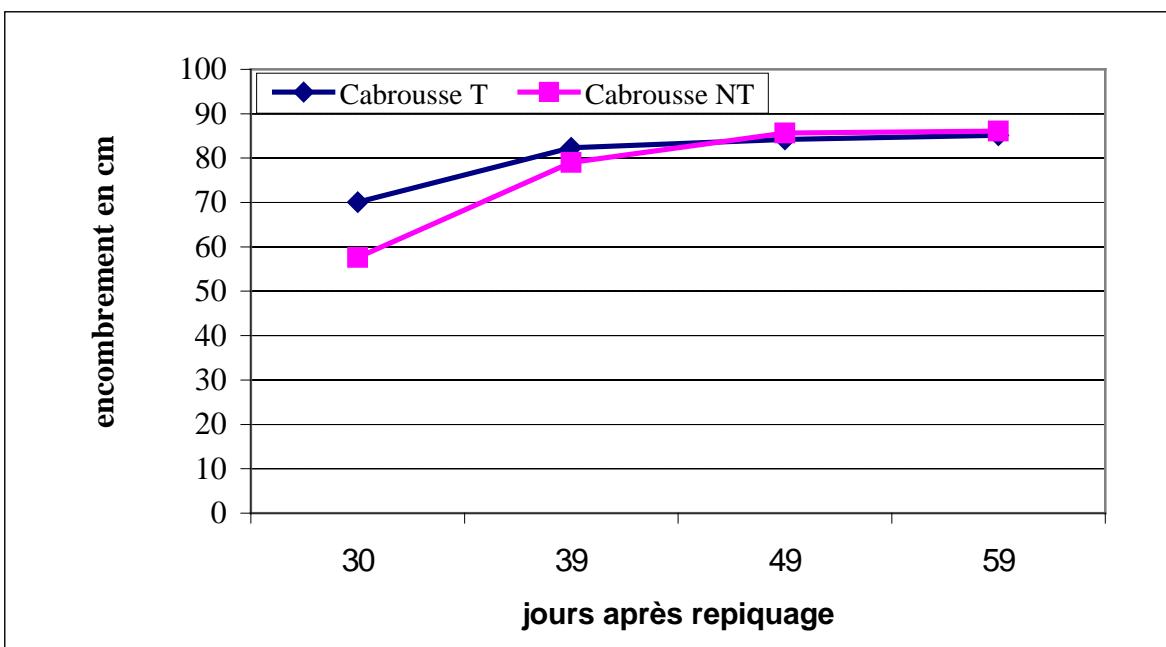


Figure 10 : Évolution de l'encombrement chez les plants traités et non traités du Cabrousse. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

➤ Conclusion

L’effet du traitement phytosanitaire sur les paramètres de croissance des plants inoculés de jaxatu a révélé une variation entre les différents génotypes testés. Les génotypes tolérants (*L10* et *Cabrousse*) se sont montrés plus performants avec l’inoculation de *G. aggregatum* combinée à l’application de pesticides. L’effet dépressif des pesticides sur la mycorhization est perceptible uniquement sur les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*).

3.1.2. Les aspects phytosanitaires

Nous avons considéré que si une seule feuille ou un fruit présente les symptômes de l’attaque des acariens, le plant entier est attaqué. Les acariens étant les ennemis les plus redoutables du *jaxatu*, nous avons focalisé nos observations phytosanitaires sur eux.

Les plants des génotypes *Ngalam* T et *KMN* T sont plus sensibles à l’attaque des acariens que leurs plants non traités. La vulnérabilité des plants aux acariens est significativement plus élevée chez le *KMN* T (65,38 %) que chez *KMN* NT (56,66%). De même les plants traités de *Ngalam* ont un pourcentage d’attaque significativement supérieur à celui de *Ngalam* NT avec respectivement 55,17 % contre 48,22 %. Cet impact négatif de l’application des pesticides se manifeste par une baisse de la qualité des fruits de *Ngalam* qui sont plus envahis que les fruits de *Ngalam* NT (Figure 11 et 12).



Figure 11: fruit de Ngalam (inoculation+ pesticides). **Figure 12 :** fruit de Ngalam inoculé

L'effet contraire est observé chez la *Lignée 10* et le *Cabrousse*. L'application des pesticides a entraîné une baisse de l'invasion des acariens. En valeurs absolues, les meilleurs résultats sont obtenus avec le génotype *L10 T* et *Cabrousse T* qui ont respectivement 43,89 % et 29,4 % contre 41,4 % et 26,6 % chez *L10 NT* et *Cabrousse NT* (Figure 13 et Annexe 2)

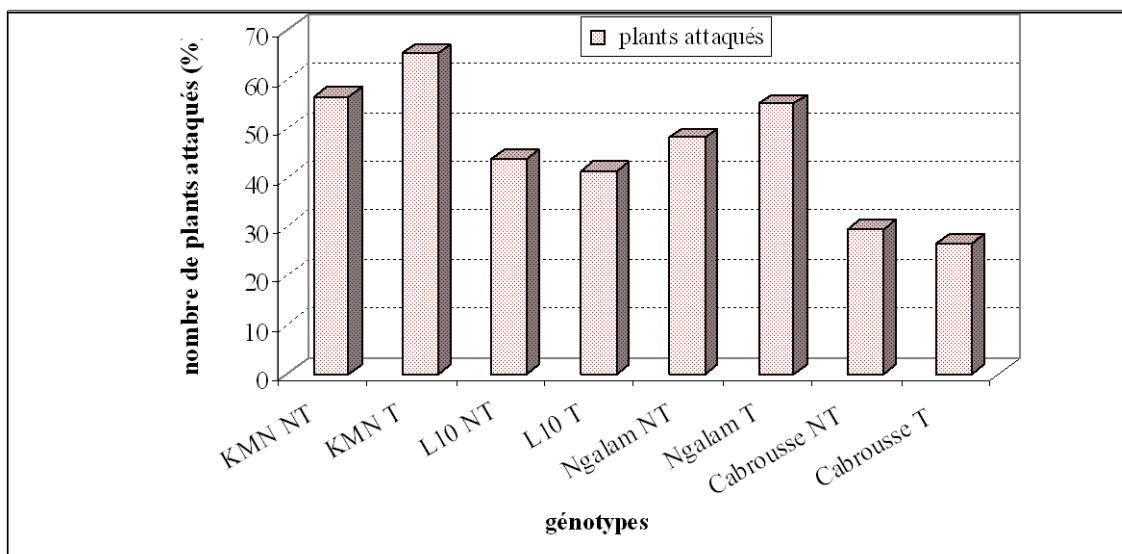


Figure 13 : Évaluation de l'attaque des acariens chez les génotypes de jaxatu traité et non traité. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

➤ Conclusion

Chez les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*), l'inoculation sans pesticides est plus efficace dans la lutte contre les parasites et ravageurs que lorsqu'elle est associée aux pesticides.

Par contre chez les génotypes tolérants, l'inoculation associée aux produits phytosanitaires est plus performante pour lutter contre les acariens.

3.1.3. Les paramètres de production

3.1.3.1. Le Calibre des fruits

3.1.3.1.1. Le diamètre équatorial

Sachant que la taille des fruits est un critère d'appréciation pour les consommateurs, nous avons essayé d'analyser l'influence de nos différents traitements sur ce facteur.

À l'exception des fruits du génotype *Ngalam* qui ont le plus grand diamètre équatorial, le maximum de la récolte est constitué de fruits de diamètre équatorial compris entre 9,16 et 9,74 cm. Les 40 % des plants non traités sont dans cette catégorie, mais les plants ayant reçus l'application de pesticides donnent un pourcentage plus élevé (60 %) (Figure 14 et Annexe 3.1.).

3.1.3.1.2. Le diamètre polaire

Le diamètre polaire des fruits ne semble pas être affecté par l'effet des pesticides. Il n'y a pas de différence significative entre les différents génotypes T et NT. Néanmoins chez chaque génotype, en valeur absolue, le diamètre polaire des plants traités aux pesticides est légèrement supérieur à celui des plants non traités (Figure 14 et Annexe 3.1.).

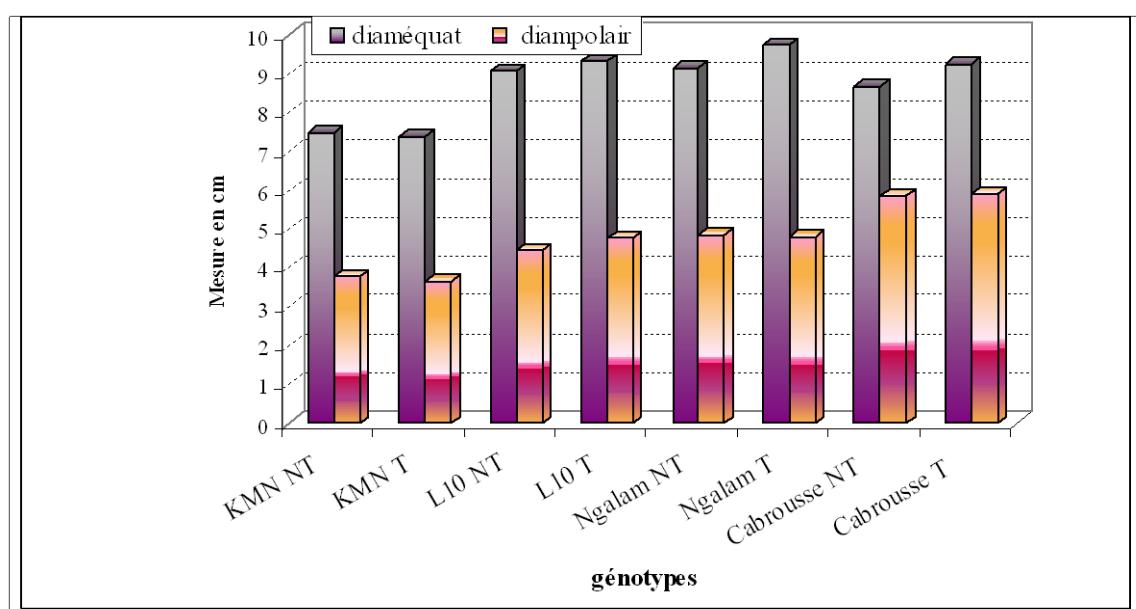


Figure 14 : Influence de l'application des pesticides sur le diamètre équatorial et polaire des fruits de l'aubergine africaine. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

➤ Conclusion.

L'application de produits phytosanitaires sur des plants inoculés de l'aubergine africaine se révèle plus favorable à la production de fruits de grand calibre que l'inoculation sans pesticides.

3.1.3.2. Le nombre de fruit par plant

La comparaison de la production de fruits d'un génotype à un autre permet de constater que seul le génotype *Cabrousse* montre une différence peu significative du nombre de fruit qui est légèrement plus élevé chez les plants NT (30,25 fruits) que chez les plants T (29,25 fruits). Par contre, chez les autres génotypes, les plants traités sont significativement plus productifs (Annexe 3.2.). L'analyse des résultats sur le nombre de fruits récoltés par génotype montre qu'il n'existe pas de différence très significative entre plants traités et non traités d'un même génotype (Figure 15)

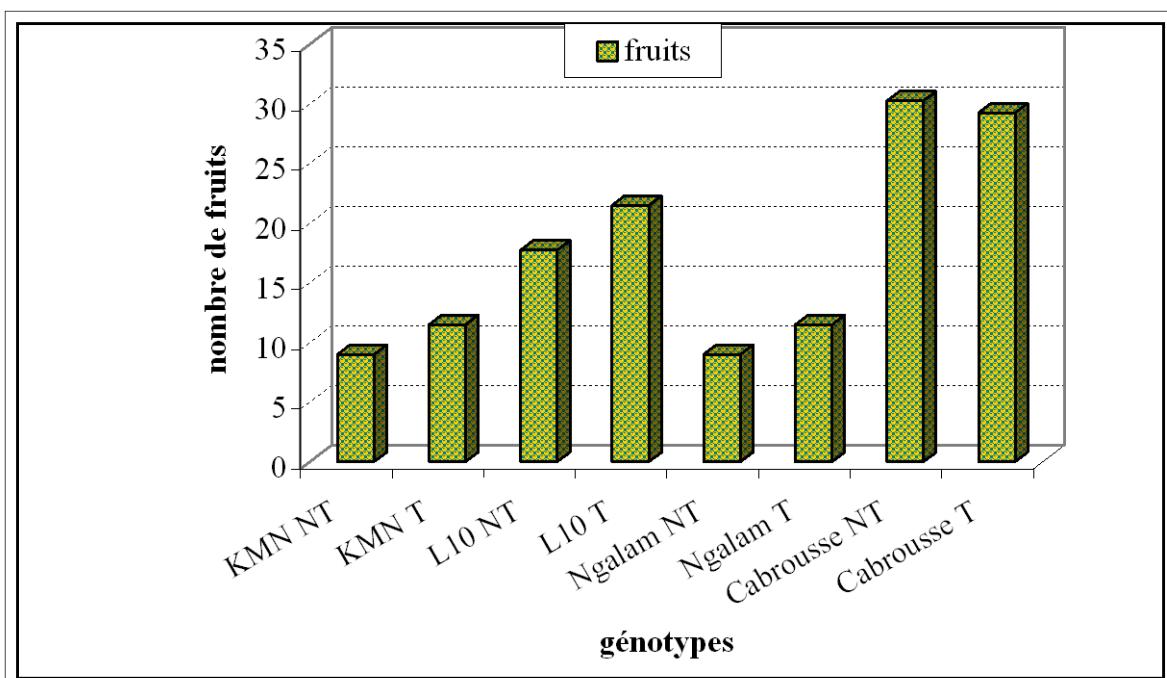


Figure 15 : Influence de l'application des pesticides sur le nombre de fruit de l'aubergine africaine. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

3.1.3.3. Le rendement

Le meilleur rendement (2,75 t / ha) est obtenu avec le génotype *Ngalam* T et le plus faible avec *KMN* NT (1,27 t / ha). Les plants traités et non traitées des génotypes *Cabrousse*, *Ngalam* et *L10* ont donné des rendements intermédiaires (Annexe 3.2.).

La comparaison du rendement des plants non traités et traités d'un même génotype ne montre pas de différence significative chez *L10*, *KMN* et *Cabrousse*. Seul le génotype *Ngalam* a manifesté un rendement des plants non traités significativement supérieur aux plants traités avec respectivement 2,75 contre 2,43 t / ha (Figure 16).

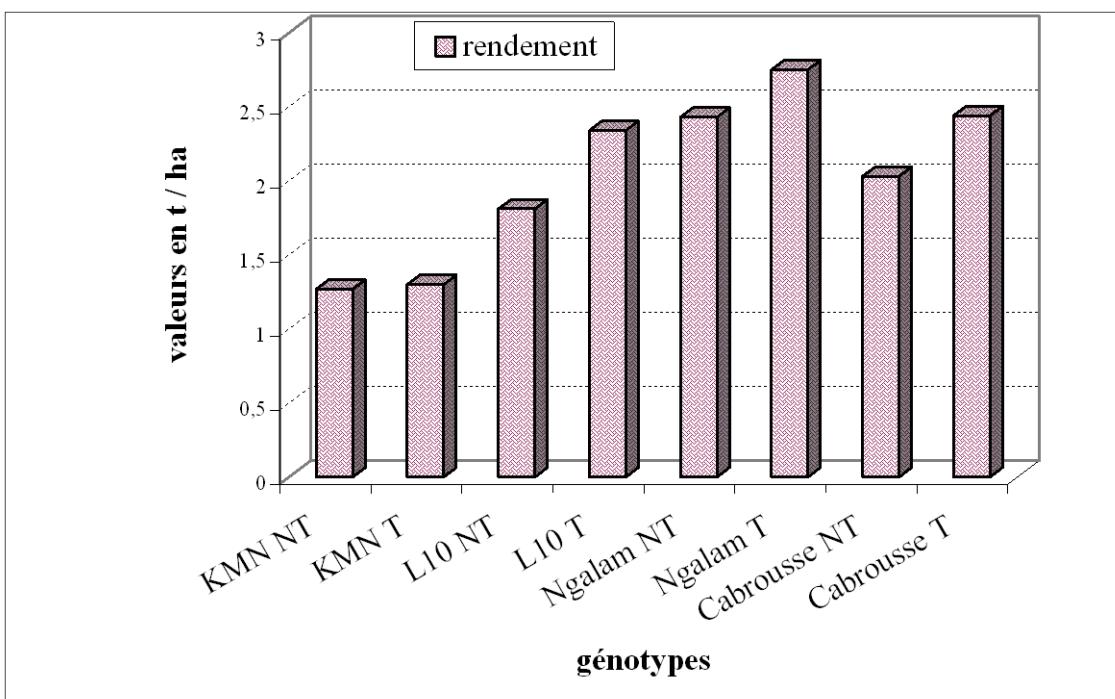


Figure 16 : Influence de l'application des pesticides sur le rendement du jaxatu.
T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

➤ Conclusion

L'influence des produits phytosanitaires sur l'amélioration du calibre des fruits et du rendement des plants inoculés par *G. aggregatum* ne s'est manifestée que chez le génotype *Ngalam*. Chez tous les autres génotypes l'application de pesticides n'a aucun effet significatif sur la taille des fruits et le rendement.

3.1.4. La mycorhization

3.1.4.1. La fréquence de colonisation racinaire

La fréquence de colonisation mycorhizienne totale des racines a été estimée à la fin de la récolte. La colonisation des champignons MA des racines de *jaxatu* telle qu'observée au Microscope optique est constituée principalement d'hyphes intraracinaires, de vésicules, d'arbuscules. Ces derniers sont en proportion plus faibles que les autres structures fongiques (figure 17).

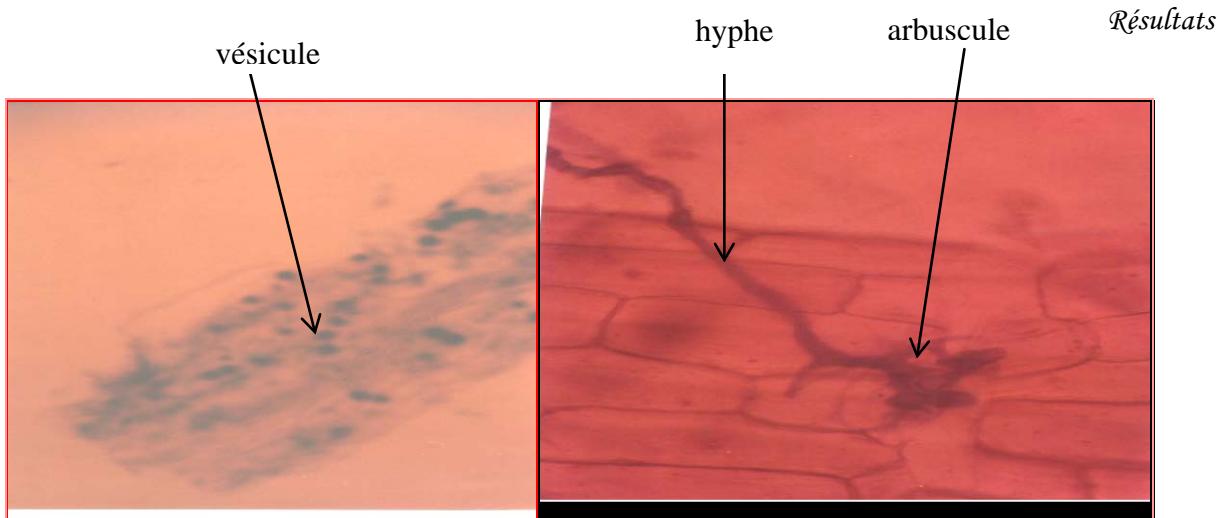


Figure 17 : Structures observées chez les racines du génotype Cabrousse inoculé et sans pesticides

Les racines des génotypes *Cabrousse* et *L10* inoculés sans pesticides ont révélé les fréquences de mycorhization les plus élevées avec respectivement 83,86 % et 82,35 %. Les génotypes *Cabrousse T*, *KMN T*, et *Ngalam T* forment un groupe homogène avec des fréquences de mycorhization intermédiaires. Le génotype *L10 T* a la fréquence de mycorhization la plus faible (37,35 %). Dans l'ensemble des génotypes inoculés avec le *Glomus aggregatum*, la fréquence de colonisation des champignons MA a été plus réduit chez les racines des plants traités aux pesticides (Annexe 4).

Une comparaison des génotypes non traités permet de constater des différences significatives entre les niveaux de colonisation endomycorhizienne observé dans le premier groupe (*Cabrousse* et *L10*) et le second groupe (*KMN* et *Ngalam*). Parallèlement l'analyse de l'effet des pesticides chez ces mêmes groupes indique des fréquences de mycorhization plus faibles chez le premier groupe. Donc l'action nocive des pesticides sur le développement fongique s'est beaucoup plus manifestée chez les plants *L10* et *Cabrousse* que chez les plants *Ngalam* et *KMN* (Figure 18).

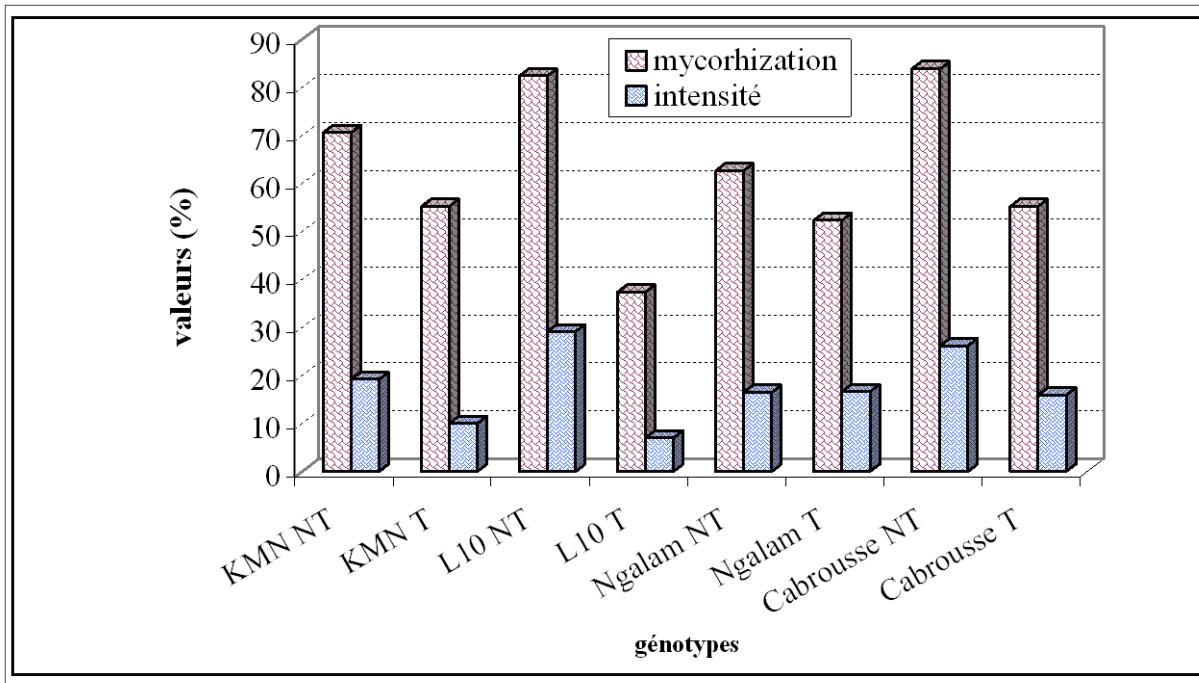


Figure 18 : Influence de l'application des pesticides sur la fréquence et l'intensité de mycorhization observés sur l'aubergine africaine. T= pesticides+*Glomus aggregatum*, NT= *Glomus aggregatum*

3.1.4.2. L'intensité de mycorhization

L'intensité de mycorhization la plus élevée 29,13 % a été constatée chez les racines des plants non traités du génotype L10. Les génotypes *KMN* NT, *KMN* T, *Ngalam* NT, *Ngalam* T et *Cabrousse* T, ont des valeurs intermédiaires. La L10 T a la plus faible intensité mycorhizienne. Les racines des génotypes traités aux pesticides montrent en valeurs absolues des intensités de mycorhization plus faibles comparées aux racines des plants non traités (Annexe 4).

L'impact négatif des produits phytosanitaires sur le pourcentage de colonisation est aussi constaté sur l'intensité de mycorhization. Cependant le groupe *KMN* et *Ngalam* semble être moins affecté par cet effet (Figure 18).

➤ Conclusion

Nos résultats montrent que l'application de pesticides sur les plants de *jaxatu* entraîne une variation intraspécifique et interspécifique de la fréquence et de l'intensité de mycorhization entre nos différents génotypes. Cette variation se manifeste par une inhibition plus forte de la mycorhization chez les génotypes tolérants (*Cabrousse* et *Lignée10*) que chez les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*).

3.2. La DISCUSSION

Afin de respecter les objectifs fixés, rappelons que l'expérience a été réalisée dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles pratiquées en production commerciale du *jaxatu* au Sénégal. Les parcelles expérimentales n'ont donc pas été stérilisées et n'ont subi aucun traitement préalable visant à réduire les populations mycorhiziennes endogènes.

❖ Mycorhization

Dans la majorité des échantillons de racines récoltées dans les différentes unités expérimentales, les plants non traités ont montré une fréquence de colonisation mycorhizienne arbusculaire significativement supérieure à celle des racines des plants traités. Cet impact néfaste des produits phytosanitaires sur la colonisation mycorhizienne s'est manifesté au sein de tous les génotypes testés de l'espèce *S. aethiopicum*. La *L10* est la plus sensible à cet effet avec une fréquence de colonisation mycorhizienne de 37,35 % chez les plants traités contre 82,35 % chez les racines des plants non traités. De même le *S. macrocarpon*, à travers le génotype *Cabrousse* testé, est sensible à l'effet négatif des pesticides sur la colonisation qui diminue considérablement de 83,86 % chez les racines des plants non traités à 55,17 % chez les plants traités.

L'effet des pesticides sur le développement endomycorhizien varie donc selon l'espèce et même au sein de la même espèce. Cette variabilité a été constatée par Trappe et al., (1984). Selon ces derniers, les champignons mycorhiziens arbusculaires présentent une variabilité génétique sur leur sensibilité vis à vis des pesticides.

Nos résultats indiquent également que l'effet des produits phytosanitaires observé sur la fréquence de colonisation, se répercute sur l'intensité de mycorhization. Cependant, la fréquence de colonisation est plus affectée que l'intensité de mycorhization. En moyenne la colonisation endomycorhizienne a été de 49,98 % chez des racines des plants traités contre 74,85 % chez les plants non traités par contre, l'intensité n'a pas montré de différence significative entre les racines des plants traités et non traités. Contrairement à nos résultats, les travaux de Diaw (2006) ont montré que l'impact des produits phytosanitaires est beaucoup plus marqué sur le degré d'infection (intensité de mycorhization).

Nous avons observé également que dans l'ensemble des génotypes, l'intensité de mycorhization n'a pas atteint les 30 %. Le niveau d'infection des racines est significativement faible (17,31 % en moyen) comparé au pourcentage de colonisation endomycorhizienne des racines qui a atteint en moyen 62,04 %. Les travaux de Diaw (2006) sur la tomate inoculée par *Glomus aggregatum* avaient aussi révélé ce fait. L'auteur explique cette différence de niveau entre l'intensité et la fréquence de mycorhization par la méthode de lecture de la fréquence qui ne tient pas compte du stade de développement du champignon.

La baisse du développement fongique observée au niveau des racines des plants traités, peut s'expliquer par l'utilisation des deux produits systémiques le diméthoate et l'acéphale. Par leur capacité de pouvoir être véhiculé par la sève jusqu'aux racines, ces produits phytosanitaires systémiques peuvent atteindre les endomycorhizes et inhibent ainsi, sur leur expression. Des résultats similaires sont obtenus par Diaw (2006). Ce dernier a montré que l'application du diméthoate sur la tomate inoculé avec *Glomus aggregatum*, s'est révélée nocive sur le développement fongique. Donc le diméthoate que nous avons utilisé à plusieurs reprises, grâce à son efficacité, pourrait être la cause principale de la baisse de la mycorhization.

Chez les parcelles sans application de pesticides, le pourcentage de colonisation et l'intensité mycorhizienne des racines ont présenté une variation interspécifique. Le génotype *Cabrousse* (*Solanum macrocarpon*) s'est montré plus apte à la mycorhization que les génotypes *KMN* et *Ngalam* (*Solanum aethiopicum*). De même au sein de l'espèce *Solanum aethiopicum*, la *Lignée 10* se révèle plus mycotrophe que les génotypes *KMN* et *Ngalam*. Ceci vient confirmer le phénomène de variabilité génétique qui a déjà été démontré par Diop *et al.*, (2003) chez le *jaxatu* inoculé en serre. Cette variation intraspécifique a déjà été démontrée chez plusieurs espèces cultivées (Smith *et al.*, 1992), dont la pomme de terre (Bhattarai et Mishra, 1984).

❖ Développement végétal et Production

Les plants non traités de *Ngalam* et *KMN* présentent à partir du 39^{ème} jar une meilleure croissance comparée aux plants traités de ces mêmes génotypes. L'effet des pesticides a entraîné un retard sur la croissance des plants de *KMN* et *Ngalam*. Ces résultats obtenus viennent confirmer ceux réalisés en conditions contrôlées par Diaw (2006), à savoir que les produits phytosanitaires empêchent l'expression des champignons endogènes.

Cependant, chez la *L10* et le *Cabrousse*, l'application des pesticides a entraîné un effet stimulateur de la croissance.

Les résultats obtenus sur la production (nombre de fruit, le rendement, le calibre des fruits) ne montrent pas de différences significatives entre les traitements au sein des mêmes génotypes. Néanmoins, nous constatons que les plants traités aux pesticides ont donné en valeur absolue les meilleurs résultats. La tendance contraire a été obtenue chez plusieurs auteurs (Bentivengu et Hertzick, 1991 ; Diaw, 2006). Ces auteurs ont observé une diminution du rendement qui s'explique par une inhibition des champignons MA.

❖ Protection phytosanitaire

Il faut rappeler que les mycorhizes sont non seulement utilisés pour améliorer la croissance et la production mais aussi, parce qu'ils jouent un rôle protecteur contre les pathogènes en réduisant l'invasion et le développement de ces derniers chez les plantes hôtes.

Nous avons constaté que nos différents traitements (inoculation seule ou inoculation associée à l'application de pesticides) n'ont pas empêché aux parasites et ravageurs de s'installer dans la presque totalité des plants de notre champ expérimental. Cependant, chez les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*), l'inoculation sans pesticides est plus efficace dans la lutte contre les parasites et ravageurs que lorsqu'elle est associée aux pesticides. Ce phénomène peut s'expliquer par une inhibition de l'effet protecteur des mycorhizes par les pesticides. Bien que les génotypes sensibles aient été moins colonisés que les génotypes tolérants, ils se sont montrés davantage dépendants envers le champignon introduit. Ce résultat confirme, encore une fois, que les bénéfices de la mycorhization ne sont pas toujours reliés à une colonisation mycorhizienne plus intense à l'intérieur des racines (Akaraki et Al-Raddad, 1997 ; Al- Karaki, 1998).

IV. LA CONCLUSION ET LES PERSPECTIVES

L'objectif général de cette étude consistait à évaluer l'impact des pesticides sur la mycorhization de l'aubergine africaine. Nous avons voulu vérifier cet objectif dans les conditions expérimentales usuelles de culture du *jaxatu*. *Glomus aggregatum*, dont l'efficacité à améliorer la croissance et le développement du *jaxatu* a déjà été démontrée par Diop *et al.*, (2003), nous a servi d'inoculum au champ.

Le suivi phytosanitaire était le plus proche possible des pratiques paysannes. Les paysans ont l'habitude d'utiliser en alternance plusieurs types de pesticides en vue d'éviter leur accoutumance par les ennemis de culture.

Nos résultats ont montré que l'application de pesticides entraîne une baisse considérable de la colonisation et de l'intensité mycorhizienne chez le *jaxatu*. Cette réduction est variable en fonction du génotype et de sa sensibilité aux acariens. La *ligne 10* est le génotype le plus sensible avec 82,35 % de racines mycorhizées chez les plants non traités contre 37,35 % chez plants traités.

Les mesures de la hauteur et de l'encombrement ont révélé aussi une variabilité entre les différents génotypes traités et non traités. L'inoculation avec *G. aggregatum* chez les génotypes sensibles s'est montrée plus performante que sa combinaison avec les pesticides. Par contre, chez les génotypes tolérants l'utilisation des pesticides combinés à l'inoculation avec *G. aggregatum* a donné les meilleurs résultats. L'impact négatif des produits phytosanitaires observé sur la colonisation et l'intensité mycorhizienne, ne s'est confirmé sur la croissance, que chez les génotypes sensibles.

L'application des pesticides ne montre pas une différence significative sur le rendement entre les différents génotypes excepté le *Ngalam T* qui a le meilleur rendement comparé à *Ngalam NT*.

Chez les génotypes sensibles (*Ngalam* et *KMN*), l'inoculation a donné une meilleure protection contre les acariens que lorsqu'elle est associée aux pesticides. Par contre, chez les génotypes tolérants (*L10* et *Cabrousse*) l'application des pesticides sur les plants inoculés permet une meilleure résistance aux acariens.

Les études au champ devraient être reprises avec du matériel végétal plus diversifié, car au cours de notre essai, un problème de disponibilité des semences de certains génotypes nous a contraints à utiliser quatre seulement.

Dans la littérature, peu de travaux ont été réalisés au champ. Il importe à l'heure actuelle de réaliser des expériences dans une perspective d'application à grande échelle, afin d'évaluer les effets de l'inoculation endomycorhizienne au champ dans les principales cultures susceptibles d'en bénéficier.

Avant d'en recommander l'usage, il est, entre autres, essentiel de vérifier si les inocula mycorhiziens permettent l'expression des bénéfices de la symbiose sous des conditions usuelles de production. Pour cela il est impératif à l'heure actuelle de développer les méthodes de multiplication contribuant à accroître la disponibilité des inocula à grande échelle.

En plus du choix du meilleur inoculum et de la plante hôte, la réussite de l'inoculation au champ nécessite la connaissance des conditions édaphiques initiales. Il serait souhaitable de faire une analyse du sol (pH, potentiel mycorhizogène du sol) avant de s'orienter vers une application en plein champ.

Il importe également pour les utilisateurs éventuels, de savoir s'ils peuvent compenser l'investissement engendré par l'inoculation, soit par des augmentations du rendement ou de la qualité de la production agricole ou encore par une réduction de l'utilisation de certains intrants comme les pesticides.

Ainsi, face aux nombreuses menaces écologiques et sanitaires causées sur l'utilisation des pesticides, les propriétés prophylactiques des champignons MA pourraient constituer une méthode de lutte alternative.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Al-Karaki G. N. (1998).** Benefit, cost and water-use efficiency of arbuscular mycorrhizal durum wheat grown under drought stress. *Mycorrhiza* **8** : 41-45.
- Al-Karaki G. N. and Al-Raddad A. (1997).** Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza* **7** : 83-88.
- Apperte J. et Deuse J. (1982).** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous tropiques. Techniques Agricoles ; éd. GP. Maisonneuve pp. 187-192.
- Asmah A. E. (1995).** Effect of phosphorus Source and rate of application on VAM fungal infection and growth of maize (*Zea mays L.*) *Mycorrhiza* **5** : 223-228.
- Azcon R. and Ocampo J. A. (1981).** Factors affecting the vesicular-arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. *New Phytologist* **87** : 677-685.
- Azcon-Aguilar C. and Barea J. M. (1996).** Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-born plant pathogens-an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* **6** : 457-463.
- Bagyaraj D. J. ; Manjunath A. and Govinda Rao Y. S. (1988).** Mycorrhizal inoculation effect on marigold, egg potentials. *Scientia Horticulture* **68** : 1-24
- Batcho M. ; Kane A. and Coly E. (1995).** Effets des endomycorhizes et du Basamid (dazomet) sur la récolte de bulbe d'oignon *Allium cepa L.* cultivés sur un sol infecté par *Pyrenophaeta terrestris* (Hansen). *Bull. Inst. fond. Afr. Noire. Ch. A. Diop*, sér. A, n°1, pp. 85-96.
- Beniest J. ; Bourdouxhe L. ; Defrancq-D'Hondt M. et Navez S. (1987).** Guide pratique des cultures maraîchères au Sénégal. *Centre pour le Développement de l'Horticulture*. B.P.2619- Cambérène- Dakar, SENEGAL, pp. 57-71 ; 107-109.
- Bentivengu S. P. and Hertrick A. D. (1991).** Relationship between mycorrhizal activity burning and plant productivity in tall grass prairie. *Can. J. Bot.* **69** : 2597-2607.
- Bhattarai I. D and Mishra R. R. (1984).** Study on the vesicular-arbuscular mycorrhiza of three cultivars of potato (*Solanum tuberosum L.*). *Plant and Soil* **79** : 299-303.
- Bieleski R. L. (1973).** Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availa *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **24** : 225-252.

- Bird G. W. ; Rich J. R. and Glover S. U. (1974).** Increased endomycorrhizae of cotton root in soil treated with nematicides. *Phytopathology* **64** : 48-51.
- Black R. and Tinker P. B. (1977).** Interaction between effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza and fertiliser phosphorus on yields of potatoes in the field. *Nature* **267** : 510-511.
- Blal B. ; Morel C. ; Gianinazzi- Perarson V. ; Fardeau J. C. and Gianinazzi S. (1990).** Influence of vesicular- arbuscular on phosphate fertilizer efficiency in two tropical acid soils planted with micropropagated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Biology and Fertility of Soils* **9** : 43-48
- Bolan N. S. (1991).** A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil. Adv. Agron.* **36** : 1-54.
- Bonfante-Fasolo P. (1984).** Anatomy and morphology of VA mycorrhizae. Dans : Powell, C.L. et D.J. Bagyaraj (éds), *VA mycorrhiza, CRC press, Boca Raton, Florida*, pp. 5-33.
- Bourdouxhe L. (1982).** Dynamique des populations des principaux ravageurs des cultures maraîchères au Sénégal pp. 1-7. Annexes A1, A3-4.
- Bovey R. et Bolay B. M. (1972).** La défense des plantes cultivées. Payot, Lausanne ; La musique rustique, Paris ; pp. 79-81 ; 201-209.
- Brundrett M. C. ; Piché Y. and Peterson R. L. (1984).** A new method for observing the morphology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Canadian Journal of Botany* **63** : 2128-2134.
- Caron M. ; Fortin J. A. and Richard C. (1986).** Effect of phosphorus concentration and *Glomus intraradices* on fusarium crown and root of tomatoes. *Phytopathology* **76** : 942-946.
- Cayrol J. C. (1991).** Propriétés des nematicides des endomycorhizes à vésicules et arbuscules. *PHM. Rev. Hort.* **321** : 33-42.
- Cayrol J. C. et Djian C. (1992).** Étude de la toxicité du *Fusarium roseum* var arthrosporioides pour le Nemathode *Meloidogyne arenaria*. *CR. Acad. Agri.* Présenté par M. Ritter, **250** : 12-25.
- Choudhury B. ; Gulick. P. ; Lester R. N. and Van stolen D. H. (1982).** Genetic resources of eggplant, *Solanum melongena* and wild species IBPGR., 14 p.

- Choudhury B. and Georges P. V. (1962).** Preliminary trials on the induction of male sterility in Brinjal (*Solanum melongena* L.) in the horticulture abstracts vols. 18-43 (1974). *Indican.J. Hort.* **19** : 140-146.
- Cissé I. ; Fall S. T. ; Akinbamijo O. O. ; Diop Y. Mb. et Adedrian S. A. (2001).** Agriculture urbaine intensive et santé publique : l'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques et les risques sur la santé des populations dans la zone des Niayes au Sénégal. In Agriculture urbaine dans les villes Ouest-Africaines : Impacts des systèmes intégrés de production intensive. *Workshop /Séminaire Atelier.05-08 août 2001-09.21.Savana Saly Portugal.* Sénégal.19 p.
- Collingwood E. F. ; Bourdhouxhe L. et De franc M. (1981).** Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal. CDH/ ISRA,BP 154, Dakar- SENEGAL: 95 p.
- Cooper K. M. and Tinker P. B. (1978).** Translocation and transfer of nutrients in vesicular arbuscular mycorrhizas. 2. Uptake and translocation of phosphorus zinc and sulphur. *New phytologist* **81** : 43-52.
- Clark R. B. and Zeto S. K. (2000).** Mineral acquisition by arbuscular mycor. *Plants. J. Plant Nutr.*23 :867-902.
- Dalpé Y. (1995).** Systématique des endomycorhizes à arbuscules : de la mycopaléontologie à la biochimie. Dans : Fortin J.A., Charest C. & Piché Y.(éds), *Symbiose Mycorhizienne. État des connaissances, Éditions Orbis Publishing*, Québec, Canada, pp. 1-20.
- De Bon. (1984).** Description et culture d'une solanacée légumière de l'Ouest Africain : le Djackatou (*Solanacum aethiopicum* L.) *Agronomie Tropicale* 39-1, pp. 67-75.
- Declerck S. ; Plenchette C. and Strullu D. G. (1995).** Mycorrhizal dependent banana (*Musa acuminata* AAA group) cultivar. *Plant Soil* 176 : 183-187.
- Delannoy G. (1980).** Test d'adaptation de deux populations locales de Jaxatu à une culture de saison sèche et étude de leur production granière. CDH/ISRA (BP 3120, Dakar Sénégal) 7 p.
- Dermul F. (1985).** Vergelijking Vaneenaantal *Solanum aethiopicum* L varieteiten onder praktijkomstandigheden te Dakar, Sénégal 101 p.
- D.H. (Direction de l'Horticulture), (2006).** Rapport d'évaluation de la production des légumes au Sénégal, 3 p.

- Diaw D. (2006).** Impact de la mycorhization arbusculaire dans la culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) au Sénégal. Mémoire de DEA, UCAD de Dakar, 43 p.+ annexes.
- Diop T.A. (1996).** Les mycorhizes à vésicules et arbuscules. *J. Fac. Sci.* **2** : 49-64.
- Diop T. A. ; Wade T. K.; Diallo A. ; Diouf M. and Guéye M. (2003).** *Solanum* cultivar responses to arbuscular mycorrhizal fungi : growth mineral status. *African Journal of Biotechnologie* Vol. 2 (11), pp. 429-433. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Diouf M., (1994).** Étude des mécanismes de résistance aux acariens du jaxatu (*Solanum aethiopicum* L.) et d'autres espèces du genre *Solanum* non-tubérisées. Mémoire de titularisation. ISRA-CDH, Dakar, Sénégal. 66 p. + annexes.
- Fitter A. H. and Garbaye J. (1994).** Interactions between mycorrhizal fungi and other soil organism. *Plant and Soil* **159** : 123-132.
- Gallaud I. (1995).** Étude sur les mycorhizes endotrophes. *Revue Générale de Botanique* **17** : 5-48, 66-83, 123-135, 223-239, 313-325, 425-433, 479-500.
- Gerdemann J. W. (1971).** Fungi that form the vesicular- arbuscular type of endomycorrhiza. Dans: Hacskalo, E. (éds) *Mycorrhizae, Miscellaneous- Publication, U.S., Departement of Agriculture, Forest Service, Beltsville, Maryland*, No 1189, pp. 9-18.
- Gerdemann J. W. (1975).** Vesicular-arbuscular mycorrhizae. In The developpement and fonction of roots. Edited by: Torrey & Clarkson D.T. *Academic Press, New York*, pp. 575-579.
- Gerdemann J. W. (1968).** Vesicular- arbuscular mycorrhizea and plant growth. *Ann. Rev. Phytopathol.* **6** : 397-418.
- Gianinazzi-Pearson V., (1996).** Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi : getting to the roots of the symbiosis. *The Plant Cell*, **8** : 1871-1883.
- Gianinazzi-Pearson V. and Diem H. G. (1982).** Endomycorrhizae in the tropics. In Dommergues Y. R. and Diem H.G. (eds). *Mycrobiology of Tropical Soils and plant Productivity*, Junk, the Hague, pp. 209-251.
- Giovannetti M. and Citternesi A. S. (1993).** Time- course of appressorium formation on horst plants by arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research* **97** : 1140-1142.

- Giovannetti M. ; Sbrana C. ; Citernesi A. S. ; Avio L. ; Gollotte A. ; Gianinazzi-Pearson V. and Gianinazzi S. (1994).** Recognition and infection process, basis for host specificity of arbuscular mycorrhizal fungi. Dans: Gianinazzi, S. et H Schüepp (éds), *Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems*, Birkhäuser, Verglas Basel/ Switzerland, pp. 61-72.
- Graham J. H. and Eissenstat D. M. (1994).** Host genotype and formation and function of VA mycorrhizae. *Plant and Soil* **159**: 179-185.
- Grubben G. J. H. et Denton O.A. (2004).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 : Légumes (Traduction de : plant resources of Tropical Africa 2. Vegetables. 2004). *Fondation PROTA*, Wageningen, Pays-Bas, pp. 530-536
- Gutierrez J. et Etienne J. (1981).** Une nouvelle espèce du genre *Olidonychus* (acarien *Tetranychidea*) attaquant le riz au Sénégal. *Agronomie Tropical* **36**(4) pp. 390-391.
- Habte M. and Manjunath A. (1992).** Initial and residual toxicity of soil-applied thiram on the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Department of Agronomy and Soil Science*, University of Hawai **2** : 25-31
- Hamel C. (1995).** Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules en agriculture : chimère ou panacée dans : Fortin, J.A., C. Charest et Y. Piché (éds), *La Symbiose Micorrhizienne. État des connaissances*, Editions Orbis Publishing, Québec, Canada, pp. 145-164.
- Haselwandter K. (1995).** Mycorrhizal fungi : Sidérophore production. *Crit. Rev. Biotech.* **15** : 287-291.
- Hardie K. and Leydon L. (1981).** The influence of mycorrhiza on growth and water relations of red clover. I. In phosphate deficiency soil. *New Phytologist*. **89** : 599-608.
- Harley J. L. and Smith S. E. (1983).** Mycorrhizal symbiosis. *Academic Press, New York and London. UK.* pp. 409-463.
- Hedley M. J. and Bolan N. S. (1997).** Developments in some aspects of reactive phosphate rock research and use in New Zealand. *Aus. J. Exp. Agric.*, **37** : 861-884.
- Hinsinger P. (1998).** How do plant roots acquire mineral nutrients? *Adv. Agron.*, **64** : 225-265
- Holford I. C. R. (1997).** Soil phosphorus measurement, and uptake by plants. *Aust. J. Soil Res.* **35** : 227-239.
- Hoyle S. C. ; Westigares P. H. and Croft B. A. (1985).** Cyhexatin resistance in oregan

- populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: *Tetranychidae*) *J. Econ ENTOM*, vol. 78 n°3 pp. 65
- Ilmer P. and Schinner F. (1995).** Solubilization of inorganic calcium phosphates - solubilisation mechanisms. *Soil Biol. Biochem.*, **27** : 257-263.
- Jayachandran A. P. ; Schwab A. P. and Hetrick B. A. D. (1989).** Mycorrhizal mediation of phosphorus availability : Synthetic iron chelate effects on phosphorus solubilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **53** : 1701-1706.
- Jeffries P. (1987).** Use of mycorrhizae in agriculture. *Critical Reviews in Biotechnology* **5** : 319-357.
- Johnson N. C. and Pfleger F. L. (1992).** VA mycorrhizae and cultural stresses. Dans : Bethlenfalvay, G.J. (éd.), *Mycorrhiza in sustainable agriculture*, ASA special publication no. 54, Wisconsin, Madisson, USA, pp. 71-99.
- Ka A. (1995).** Contribution à l'étude de l'évaluation de l'incidence des acariens sur la production du Jaxatu (*Solanum aethiopicum*). Mémoire de fin d'études 49 p.+ annexes.
- Koide R. T. and Li M. (1990).** On host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. *New Phytologist* **114** : 59-74.
- Kurle J. E. and Pfleger F. L. (1994).** The effects of cultural practices and pesticides on VAM Press fungi. Dans : Pfleger, F.L. et R.G. Linderman (éds), *Mycorrhizae and plant health*, APS, St-Paul, Minnesota, pp. 101 - 131.
- Lays J. F. (1983).** Note concernant une prospection maraîchère dans la région de Casamance. CDH/ISRA BP. 154, Dakar/Sénégal, 66 p.
- Leigh T. F and Winholds P. F. (1980).** Insecticides enhance « spider-mite » production. *California agriculture*, **10** : 14-15.
- Leung W. T. W. ; Busson F. and Jardin C. (1968).** Food composition table for use in Africa. *FAO, Rome, Italy*. 306 p.
- Matsubara Y. ; Trimura H. and Harada T. (1995).** Growth enhancement and verticillium wilt control by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus inoculation in eggplant. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* **64** : 555-561.
- Mc Arthur D. A. J. and Knowles N. R. (1992).** Resistance responses of potato to vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi under varying abiotic phosphorus level. *Plant Physiology*

100 : 341-351.

Menge J. A. (1982a). Effects of soil fumigants and fungicides on vesicular-arbuscular fungi. *Phytopathology* **72** : 1125-1132.

Menge J. A. (1982b). Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Canadian Journal of Botany* **61** : 1015-1024.

Messiaen C. M. (1974). Le potager tropical Tome2 « techniques vivantes » Presses universitaires de France 393 pp. 231, 248-449 micropropagated plants. Dans : Mukerji, KG. (éd.), *Concepts in mycorrhizal research*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 113-132.

Miller J. C. ; Rajapakse S. and Garber R. K. (1986). Vesicular-arbuscular mycorrhizae in vegetables crops. *HortScience* **21** : 974-984.

Morton J. B. and Benny G. L. (1990). Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): A new order, Glomales, two new families, *Acaulosporaceae* and *Gigasporaceae*, with emendation of *Glomaceae*, Mycotaxon **37** : 471-491.

Morton J. B. ; Bentivena S. P. and Bever J. D. (1995). Discovery, measurement and Interpretation of diversity in arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales Zygomycetes). *Canadian Journal of Botany* **73** : 523-532.

Mosse J. B. (1973). Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Ann. Rev. phytopathol.* **11** : 171-96.

Newsham K. K. ; Fitter A. H. and Watkinson A. R. (1995). Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *Journal of ecology* **83** : 991-1000.

Ngom Mb. (1992). Contribution à la connaissance de l'utilisation des pesticides Sénégal : enquête auprès de 146 maraîchers dans la zone des Niayes. Thèse Pharma. Dakar. N° 73.

Parent L. E. (1994). Fertilisation des sols (SLS-15991). Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Canada, pp. 61-70

Philips J. M. and Hayman D. S. (1970). Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions British Mycological Society* **55** : 158-161.

- Plenquette C. (1991).** Utilisation des mycorhizes en agriculture et horticulture. Dans : Strullu, D.G. (éd.), Les mycorhizes des arbres et des plantes cultivées, *technique et documentation- Lavoisier, Paris*, pp.131-196.
- Plenquette C. ; Furlan V. and Fortin J. A. (1982).** Effects of different endomycorrhizal fungi on five host plants grown on calcined montmorillonite clay. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **107** : 535-538.
- Plenquette C. et Strullu D. G. (1995).** Mycorhizes et agriculture intégrée : standards expérimentaux. Dans : Fortin, J.A., C. Charest et Y. Piché (éds), La Symbiose Mycorhizienne. État des connaissances, Éditions *Orbis Publishing*, Québec, Canada, pp. 125-144.
- Powell C. L. and Bagyaraj D. K. (1984).** VA mycorrhizae. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, **3** : 22-32
- Pulle A. A. (1952).** Compendium van de terminologie nomenclature en systématiek dev 20 adplanten; Utrecht NVA, Osthocks, vigmy pp. 332
- Redlich G. C. et Dubois M. (1970).** La lutte biologie; une nouvelle méthode pour vaincre l'araignée rouge en serre. *PHM*. n° 110 pp. 6853- 6854.
- Russel G. E, (1978).** Studies in the agricultural and food sciences. Plant breeding for pest and disease resistance. *Butterworks*, pp. 298-328.
- Schenck N. C. (1982).** Methods and principles of mycorrhizal research. *Phytopathological Society*, St Paul, Minnesota, USA. 244 p.
- Schüßler A. ; Schwarzott D. and Walker C. (2001).** A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. *Myc. Res.* **105** : 1413-1421.
- Seck L. T. M. (2001).** Perception des Risques à l'usage des pesticides. Enquête menée dans la communauté rurale de MBORO (Région de Thiès : Dép. de Tivaoune. Université Cheikh Anta Diop, pp. 1-21
- Seck P. A. (1984).** Contribution à l'amélioration génétique du jaxatu (*Solanum aethiopicum* L.) pour la culture en saison chaude et humide (Mémoire ESAT. 2^{ème} année). 48 p.+ annexes.
- Seck P. A. (1985).** L'approvisionnement de Dakar en légumes à partir de la Zone des Niayes. Description des circuits de commercialisation et typologie des agents économiques.

Dakar, IRSBAME Document de travail 83-349 p.

Seck P. A. (1986a). Sélection généalogique du *Jaxatu* (*S. aethiopicum* L. subsp. *Kumba*) pour son adaptation aux conditions chaudes et humides : Études et Sélection des descendances F2 et F2 obtenues pour l'hybridation entre *Soxna* et 3 génotypes des sous espèces *Gilo* et *Aculueatum*. CDH/ISRA.BP.154. Dakar-Sénégal, 65 p.

Sequiera J. O. ; Saggin-Junior O.J. ; Flores-Aylas W. W. and. Guimaraes P. T. G. (1998). Arbuscular mycorrhizal inoculation and superphosphate application influence plant development and yield of coffee in Brazil. *Mycorrhiza* 7 : 293-300

Shachar-Hill Y. ; Pfeffer P. E.; Daouds D. D. ; Osman S. F. ; Doner L. W. and Ratcliffe R. G. (1995). Partitioning of intermediary carbon metabolism in vesicular-arbuscular mycorrhizal leek. *Plant physiology* 108 : 7-15.

Sidibé R. (2004). Analyse par chromatographie en phase liquide (CPL) et sur couche mince (CCM) de résidus de pesticides dans les fruits et légumes de la zone des Niayes. Mémoire de DEA de chimie et Biochimie des Produits Naturels. Université Cheikh Anta DIOP Dakar 72 p.

Simon H. (1994). La protection des cultures, agriculture d'aujourd'hui, édition Lavoisier; Sciences et Technique, 351 p.

Smith S. E. and Read D. J. (1997). Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London, 605 p.

Smith S. E. ; Robson A. D. and Abbott L. K. (1992). The involvement of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. *Plant and Soil* 146: 169-179.

Solaiman M. D. Z. and Saito M. (1997). Use of sugars by intraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi revealed by radiorespirometry. *New Phytologist* 136 : 533-538

Sow I. (1981). Étude biologique de quelques aspects de la maladie foliaire causée par *Stemphylium solani* WERBER sur *Solanum aethiopicum* L. groupe *Kumba* var *Soxna*. *Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, UCAD*, 111 p.

Strullu D.G. ; Perrin R. ; Plenquette C. et Garbaye J. (1991). Les mycorhizes des arbres et des plantes cultivées. *Technique et Documentation, Lavoisier, Paris*, 254 p.

Torregrossa J. P. (1983). Pollinisation des Solanacées en Guadeloupe par un hyménoptère anthrophoride *Exomalopsis Bibliottii* sp. *Académie d'Agriculture de France*. Tome 69

N° 8 pp. 259.

Torres-Barragan A. ; Zavaleta-Mejia E. ; Gonzalez-Chavez C. and Ferrera-Cerrato R.

(1996). The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions. *Mycorrhiza* **6** : 253-257

Toth R. ; Toth D. ; Starke D. and. Smith D. R. (1990). Vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization in *Zea mays* affected by breeding for resistance to fungal pathogens. *Canadian Journal of Botany* **68** : 1039-1044.

Toury J. P. (1965). Les légumes et fruits ORANA (Organisation de Recherche sur les Aliments et la Nutrition Africaine) 8 p.

Trappe J. M. ; Molina R. and Castellano M. (1984). Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Annual Review of Phytopathology* **22** : 331-359.

Trouvelot A. ; Kough J. L. et Gianinazzi-Pearson V. (1986). Mesure du taux de mycorhization VA d'un système radiculaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. *Mycorrhizae: Physiology and genetics. ESM Dijon, July 1985, INRA Paris*, 1-5.

Van de Plas G. ; Seck A. et Dermul P. (1984). Recherche de types d'aubergines africaines susceptibles d'être utilisées comme géniteurs pour l'amélioration de *Solanum aethipicum* L. subsp. *Kumba* var *Soxna* (*Jaxatu*), pour la culture en saison chaude et humide au Sénégal CDH/ISRA (BP 154, Dakar Sénégal) 21 p.

Varma A. and Schuepp H. (1996). Influence of mycorrhization on the growth of micropropagated plants. Dans: Mukerji K.G. (éds.), Concepts in mycorrhizal research, Kluwer Academic Publishers, *The Netherlands*, pp. 133-132.

Vestberg M. and Estaun V. (1994). Micropropagated plants, an opportunity to positively manage mycorrhizaas activities. Dans: Gianinazzi S. et Schüep H. (éds), Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural *Ecosystems. ALS, Birkhäuser, Basel*, pp. 217-226.

Votsatka M. and Gryndler M. (1999). Treatment with culture fractions from *Pseudomonas putida* modifies the development of *Glomus fistulosum* mycorrhiza and the response of patio and maize plant to inoculation. *Applied Soil Ecology* **11** : 245-251.

Wacker T. L. ; Safir G. R. and Stephens C. T. (1990). Effect of *Glomus fusciculatum* on the growth of asparagus and the incidence of fusarium root rot. *Journal of the American*

Society of Horticultural Science **115** : 550-554.

Walker C. and Schübler A. (2004). Nomenclature clarifications and new taxa in the
Glomeromycota Mycol. Res. **108** : 979-98

Annexe 1 : Paramètres de croissance

Génotypes	Hauteur (cm)	Encombrement(cm)
KMN NT	51,21 abc	69,51 ab
KMN T	45,27 bc	55,55 b
L10 NT	50,98 abc	60,47 ab
L10 T	63,11 a	84,4 a
Ngalam NT	42,09 c	81,52 a
Ngalam T	43,38 c	75,72 ab
Cabrousse NT	49,2 abc	77,09 ab
Cabrousse T	60,66 ab	80,46 a
Moyenne	50,83	73,09
CV	54,02	31,21
LSD	14,81	21,36

Les valeurs suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %

Annexe 2 : État phytosanitaire

Génotypes	Nombre de plants attaqués
KMN NT	56,66 ab
KMN T	65,38 a
L10 NT	43,89 bcd
L10 T	41,44 bcd
Ngalam NT	48,22 abc
Ngalam T	55,17 ab
Cabrousse NT	29,44 cd
Cabrousse T	26,60 d
Moyen	45,85
CV	42,99
LSD	18,60

Les valeurs suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %

Annexe 3 : Productions

3.1. Paramètres quantitatifs de la production

Génotype	Nombre de fruits/plante	Poids des fruits en g	Rendement en t/ha
KMN NT	09,00 c	095,45 b	1,27 b
KMN T	11,50 bc	098,03 b	1,30 b
L10 NT	17,75 abc	135,77 ab	1,81 ab
L10 T	21,50 abc	175,96 ab	2,34 ab
Ngalam NT	09,00 c	182,69 ab	2,43 ab
Ngalam T	11,50 bc	206,83 a	2,75 a
Cabrousse NT	30,25 a	152,30 ab	2,03 ab
Cabrousse T	29,25 ab	183,69 ab	2,44 ab
Moyen	17,46	153,85	4,97
CV	87,09	43,06	0,45
LSD	16,14	86,30	2,93

Les valeurs suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %

3.2. Paramètres qualitatifs de la production

Génotypes	Diamètre équatorial du fruit en cm	Diamètre polaire du fruit en cm
KMN NT	7,50 b	3,79 a
KMN T	7,39 b	6,66 a
L10 NT	9,09 a	4,45 a
L10 T	9,33 a	4,76 a
Ngalam NT	9,16 a	4,63 a
Ngalam T	9,74 a	4,81 a
Cabrousse NT	8,68 ab	5,84 a
Cabrousse T	9,26 a	5,98 a
Moyen	8,76	5,87
CV	13,11	108,01
LSD	1,29	9,25

Les valeurs suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %

Annexe 4 : Paramètres de mycorhization

Génotypes	Fréquence de mycorhization	Intensité de mycorhization
KMN NT	70,55 ab	19,19 abc
KMN T	55,16 bc	10,03 abc
L10 NT	82,35 a	29,13 a
L10 T	37,35 c	07,05 c
Ngalam NT	62,64 b	15,92 abc
Ngalam T	52,27 bc	15,04 abc
Cabrousse NT	83,86 a	26,17 ab
Cabrousse T	55,17 bc	15,92 abc
Moyen	62,04	17,31
CV	28,12	59,40
LSD	17,65	15,24

Les valeurs suivies de la même lettre n'ont pas de différence statistiquement significative au seuil de probabilité de 5 %

...