

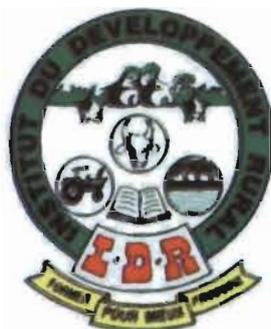
BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

**Etude comparative de l'effet des champignons mycorhiziens
Glomus aggregatum et *Rhizophagus irregularis* sur la croissance et
la productivité du sésame, *Sesamum indicum* L., au champ dans le
village de Soumousso (province du Houet).**

Présenté par :

ZOUNGRANA Adama

Directeur de mémoire : Dr Schémaéza BONZI

Maître de stage : Dr Kadidia SANON

Co-maître de stage: M Abdoul Karim SANOU

Table des matières	Pages
Dédicace.....	iv
Remerciements	v
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vi
Listes des annexes.....	vi
Sigles et abréviations	vii
Résumé	viii
Abstract	ix
Introduction	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.Généralité sur le sésame	4
I.1 Origine et botanique	4
I.2 Morphologie et anatomie	5
I.2.1 Appareil végétatif	5
I.2.2 Appareil reproducteur	5
I.3 Cycle de développement	6
I.4 Production du sésame au Burkina Faso	7
II.Généralités sur les champignons mycorhiziens	8
II.1 Définition	8
II.2 Différents types de mycorhizes	8
II.2.1 Ectomycorhizes	9
II.2.2 Ectendomycorhizes	9
II.2.3 Endomycorhizes	9
II.2.3.1 Endomycorhizes à pelotons	9
II.2.3.2 Endomycorhizes à vésicules et arbuscules	9
II.2.3.2.1 Origine des CMA	10

II.2.3.2.2	Classification des Glomérormycètes	10
II.2.3.2.3	Différentes phases de la symbiose plante-CMA : Cycle biologique...	13
II.2.3.3	Quelques facteurs influençant la mycorhization.....	15
II.2.3.3.1	Influences des pratiques culturales sur la symbiose endomycorhizienne.....	15
II.2.3.3.2	Taux de phosphore dans le sol et symbiose endomycorhizienne	15
II.2.3.3.3	Effets des strigolactones sur la symbiose endomycorhizienne	15
II.2.3.3.4	Effets des flavonoïdes sur la symbiose endomycorhizienne	15
II.2.3.3.5	Effets des polyamines sur les CMA.	16
II.2.3.3.6	Effets des lipochitooligosaccharides (LCO) sur les CMA	16
II.2.3.3.7	Effets de l'acide jasmonique sur la symbiose endomycorhizienne ...	16
II.2.3.3.8	Effets des MicroARN sur la symbiose endomycorhizienne	16
II.2.3.4	Valeur agronomique des CMA	16
II.2.3.4.1	Nutrition hydrique et minérale.....	16
II.2.3.4.2	Résistance aux stress biotique et abiotique.....	18
II.2.3.4.3	Effet des CMA sur les propriétés du sol	18
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES		19
I.Présentation du milieu d'étude : Commune rurale de Karangasso-Vigué		20
I.1	Situation géographique	20
I.2	Climat et pluviométrie.....	21
I.3	Sols	21
I.4	Végétation.....	22
II.Matériel et méthodes		22
II.1	Matériel.....	22
II.1.1	Site expérimental	22
II.1.2	Matériel végétal	23
II.1.3	Matériel fongique	23

II.1.4 Matière organique	24
II.2 Méthodes	24
II.2.1 Dispositif expérimental	24
II.2.2 Evaluation des paramètres	25
II.2.3 Analyse statistique	29
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	30
I.Résultats	31
I.1 Hauteur des plantes	31
I.2 Biomasse racinaire et aérienne	32
I.3 Nombre de capsules par plante et rendement graine du sésame	32
I.4 Taux et intensité de mycorhization	33
I.5 Analyse biologique	35
I.5.1 Biomasse microbienne du sol	35
I.5.2 Test respirométrique	35
II.Discussion	37
II.1 Effets comparés des différents traitements sur le développement végétatif du sésame	37
II.2 Effets comparés des différents traitements sur les paramètres de mycorhization et le rendement graine du sésame	38
II.3 Effets comparés des différents traitements sur la fertilité biologique du sol	39
Conclusion et perspectives	40
Bibliographie	41
Annexe	I

Dédicace

*A Monsieur KABORE Boukary mon tuteur pour le soutien
durant nos années universitaires ;*

*A ma tante SIAMBO Marie - Lucie cette gentille dame
pour ses conseils et son hospitalité !*

Remerciements

Ce présent travail est le fruit de collaboration entre plusieurs personnes. Nous exprimons à tous et à toutes notre profonde gratitude pour les efforts accomplis pour sa réalisation.

Nous tenons tout d'abord à remercier Docteur SANON Kadidia et Monsieur SANOU Abdoul Karim, nos maîtres de stage pour leurs appuis et surtout leurs patiences.

Nous remercions Docteur BONZI Schémaéza, notre directeur de mémoire, pour ses différentes corrections, suggestions et critiques ;

Au corps professoral de l'IDR et de l'UFR-ST pour le savoir que nous avons reçu tout au long de ces années universitaires ;

Aux responsables de la ferme Guiriko, Monsieur OUATTARA Bali et Madame OUATTARRA Tavi Yvonne pour nous avoir accueilli au sein de leur ferme ;

A l'Union Européenne, pour avoir financé ces études ;

A Monsieur ILBOUDO Lassané, technicien au Laboratoire de Microbiologie à l'INERA/DEF pour sa disponibilité dans le suivi des analyses de la biomasse ;

A Monsieur BAZIE Marcel, technicien au Laboratoire de Microbiologie à l'INERA/DEF pour le temps consacré à l'évaluation des paramètres de mycorhization ;

Nous remercions également Monsieur PODA Bienvenu, Monsieur TIENDREBEOGO Louis, Monsieur SANOU Do Blaise, Monsieur OUATTARRA Mahamadou et Monsieur OUATTARRA Moumouni, personnels de la ferme Guiriko pour leurs conseils et compagnie durant les moments passés à leur côté ;

Nous remercions notre parrain COMBARY Soumané pour ses conseils.

Nous ne saurions terminer cette page sans dire merci à nos parents, amis et collègues !

Liste des tableaux	Pages
Tableau I : Evolution de la hauteur des plantes (cm) en fonction des traitements.....	31
Tableau II : Biomasse aérienne et racinaire	32
Tableau III : Nombre moyen de capsules et rendement graine.....	33
Tableau IV : Fréquence et intensité de mycorhization des plantes de sésame.....	34

Liste des figures	Pages
Figure 1 : Différents organes d'une plante de sésame (Wikimedia, 2016)	4
Figure 2 : Différents types d'associations mycorhiziennes (Le Tacon, 1985).....	8
Figure 3 : Arbre représentant le phylum des <i>Glomeromycota</i> sur la base des analyses moléculaires (Schüßler <i>et al.</i> , 2001 ; Walker et Schüßler, 2004 ; Sieverding et Oehl, 2006 ; Spain <i>et al.</i> , 2006 ; Palenzuela <i>et al.</i> , 2008 ; Oehl <i>et al.</i> , 2011a ; Oehl <i>et al.</i> , 2011b ; Oehl <i>et al.</i> , 2011d ; Oehl <i>et al.</i> , 2011f, cités par Haro, 2016).....	11
Figure 4 : Spore de <i>R. irregularis</i> (source: www.invam.com, 2016).....	12
Figure 5 : Spore de <i>G. aggregatum</i> (source: http://www.zor.zut.edu.pl , 2016).....	12
Figure 6: Différentes phases de la colonisation des racines par les CMA (Balzergue, 2012). 14	
Figure 7 : Carte de la commune de Karangasso-Vigué (Google image, 2016).....	20
Figure 8: Pluviosité totale mensuelle de la commune rurale de Karangasso-Vigué en 2015 (Source : DPA/Bobo-Dioulasso, 2015).....	21
Figure 9 : Plante mycotrophe en culture (a) ; inoculum produit (b) (Source : Haro, 2011).....	23
Figure 10 : Dispositif expérimental	24
Figure 11: Notation de l'infection mycorhizienne classée de 0 à 5 (Trouvelot et al., 1986)... 27	
Figure 12 : Racine de sésame mycorhizée (Zoungrana, 2016)	34
Figure 13 : Evolution de la biomasse microbienne durant l'essai en fonction des traitements. 35	
Figure 14 : Courbe d'évolution de la quantités cumulées de C/CO ₂ dégagé par le sol avant la mise en place de la culture	36
Figure 15 : Courbe d'évolution de la quantités cumulées de C/CO ₂ dégagé par le sol après récolte	36

Listes des annexes	Pages
Annexe I : Sésame variété S42 en culture début de la floraison (Zoungrana, 2016)	I
Annexe II : Aire du Compostage en tas (Zoungrana, 2016).	I
Annexe III : Fiche technique de la variété de sésame	II

Sigles et abréviations

Bio : Biologique

CMA : Champignon Mycorhizien Arbusculaire

DEF : Département Environnement et Forêt

Ga : *Glomus aggregatum*

IDR : Institut du Développement Rural

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

JAS : Jour Après Semis

MAHRH : Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MASA : Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire

OGM : Organisme Génétiquement Modifié

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

PC : Pratique Courante

RCI : République de la Côte d'Ivoire

Ri : *Rhizophagus irregularis*

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

Résumé

L'agriculture conventionnelle pratiquée au Burkina Faso depuis plusieurs décennies pour nourrir une population de plus en plus croissante entraîne aujourd'hui de nombreuses répercussions délétères sur l'environnement et la santé humaine. Pour atténuer ces effets, l'agriculture biologique basée sur l'utilisation des champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) pourrait être un modèle alternatif. Les CMA sont des symbiontes permettant d'accroître la production agricole tout en limitant l'usage d'intrants agrochimiques. L'effet de l'inoculation mycorhizienne avec *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* a été étudié sur le sésame, variété S42, au champ. L'inoculation du sésame avec ces deux souches a été comparée aux témoins (T) non inoculé et au traitement fertilisé au compost (PC) dans un dispositif en bloc Fisher (BCR). Les résultats ont montré que l'intensité de mycorhization des plantes de sésame est très faible surtout tout au long du cycle végétatif (de 8,65% à 22,72%). La réponse des plantes de sésame à l'inoculum de *G. aggregatum* est plus grande que celle de *R. irregularis*. En effet, l'inoculation du sésame avec *G. aggregatum* provenant du Burkina Faso a eu un effet significatif sur le nombre de capsules (plus de 54 capsules/plante), la biomasse totale et le rendement graine (362,27 kg) comparativement aux plantes témoins naturellement colonisés par les champignons mycorhiziens arbusculaires indigènes du sol. Cependant, ces effets restent similaires à ceux du compost. La mycorhization n'a pas affecté l'activité de la population microbienne du sol. L'effet de *R. irregularis* en provenance du Sénégal n'a pas été significatif sur tous les paramètres morphologiques du sésame contrairement au témoin naturellement mycorhizé. Nous pouvons ainsi dire que les champignons mycorhiziens arbusculaires indigènes présents dans les agro écosystèmes de Soumouso induisent plus d'effet sur le sésame, variété S42, que la souche *R. irregularis* provenant du Sénégal. Ainsi il serait intéressant d'isoler les souches indigènes et de tester leur efficacité sur le sésame *in situ*.

Mots clés : Champignons Mycorhiziens Arbusculaires (CMA), Sésame, Agriculture biologique, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis*, Burkina Faso.

Abstract

Conventional agriculture practiced in Burkina Faso for several decades to feed a population increasingly growing today leads many deleterious effects on the environment and human health. To mitigate these effects, organic farming based on the use of arbusculaire mycorrhizal fungi (AMF) could be an alternative model. AMF are symbionts allow to increase agricultural production while reducing the use of agrochemicals fertilizers. The effect of mycorrhizal inoculation with *Glomus aggregatum* and *Rhizophagus irregularis* was studied on sesame, variety S42, in the field. Inoculation of sesame with these two strains was compared to the controls (T) not inoculated and compost fertilized treatment (PC) in a completely randomized block design Fisher. The results showed that the intensity of mycorrhization of sesame plants is very low throughout the growth cycle (from 8.65% to 22.72%). The response of sesame plants inoculated with *G. aggregatum* is greater than that of *R. irregularis*. In fact, inoculation of sesame plants with *G. aggregatum* from Burkina Faso had a significant effect on the number of capsules (more than 54 capsules/plant), total biomass and seed yield (362.27 kg) compared to control plants naturally colonized by native arbuscular mycorrhizal fungi. However, such effects are similar to those of the compost treatment. Mycorrhization did not affect the activity of the soil microbial population. The effect of *R. irregularis* from Senegal was not significant on all morphological parameters of sesame plants unlike to control treatment naturally forming mycorrhizas. We can say that indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in Soumouso agroecosystems induce more effect on sesame, variety S42, than the strain *R. irregularis* from Senegal. So it would be interesting to isolate the native strains and test their effectiveness on sesame plants *in situ*.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), Sesame, Organic farming, *Glomus aggregatum* and *Rhizophagus irregularis*, Burkina Faso.

Introduction

Le Burkina Faso, pays à vocation agricole est soumis depuis plusieurs décennies à une forte dégradation de ses ressources naturelles, limitant ainsi le développement de ses productions agrosylvopastorales (Thiombiano, 2000). La pression parasitaire conjuguée à la baisse de la fertilité des sols ont conduit à l'usage massif des pesticides et des engrais chimiques. Au Burkina Faso, on estimait l'utilisation des pesticides à environ 3.042.000 tonnes en 2005 (Dakuo, 2005 cité par Sanou, 2009). Selon Toé (2003), le taux d'accroissement annuel de l'utilisation des pesticides atteint 11%. Egalement, l'utilisation des engrais chimiques en 2013 était estimée à 14,3 kg/ha de terre arable (World Bank, 2016). L'utilisation de ces intrants chimiques présente des risques importants pour l'homme et pour l'environnement (Fournier et Bonderef, 1983 ; Toé *et al.*, 2002). De récentes études menées par Tirado *et al.* (2013) et Johnston *et al.* (2014) ont montrés que l'utilisation synergique d'engrais, d'herbicides et d'insecticides contribue à la disparition des habitats naturels et semi-naturels au niveau des champs et au déclin des colonies d'abeilles et des services de pollinisation. Or les services de pollinisation assurés par les abeilles sont indispensables pour ces cultures car sur les 100 espèces qui assurent 90 % de l'alimentation mondiale, 71 dépendent de la pollinisation des abeilles (FAO, 2015). L'application abusive et non maîtrisée des pesticides et des engrais chimiques dans nos agro écosystèmes contribuent plus à la dégradation de la fertilité du sol d'après des résultats d'études menées par Coudray et Bouguerra (1994) et Ouattara *et al.* (2010).

Les pratiques agricoles conventionnelles qui prévalent de nos jours au Burkina Faso ont donc de nombreux effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Un modèle alternatif basé sur l'agriculture biologique pourrait garantir une meilleure production agricole et éviter ces effets négatifs.

L'agriculture biologique garantit la production d'aliments sains aujourd'hui et demain tout en protégeant les sols, l'eau et le climat. Elle favorise la biodiversité et ne pollue pas l'environnement avec des intrants chimiques ou des OGM (Greenpeace, 2014).

Parmi les modèles biologiques permettant d'accroître la productivité des sols tout en limitant l'usage d'intrants agrochimiques (engrais et pesticides) figurent la mycorhization. Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) établissent une association mutualistique avec la majorité des plantes terrestres allant des Bryophytes jusqu'aux Angiospermes (Demars et Broener, 1995) en leur permettant d'acquérir une surface d'absorption racinaire plus grande

grâce à la prolifération de leurs hyphes. La symbiose plante-CMA présente de nombreux effets bénéfiques pour la plante, les organismes vivants du sol et l'écosystème tout entier. En effet, les CMA améliorent la capacité nutritionnelle de la plante, notamment en phosphore et l'absorption de l'eau grâce au développement d'un réseau mycélien tellurique (Harley et Smith, 1983). Leur inoculation aux plantes est l'un des moyens biologiques permettant à la culture de résister à certains stress (biotique et abiotique) et d'augmenter sa productivité (Fortin *et al.*, 2009).

Dans le souci de préserver l'environnement et d'offrir des produits agricoles de qualité à la population, une étude comparative de l'effet des champignons mycorrhiziens, *Glomus aggregatum* (N.C. Schenck et G.S. Sm.) et *Rhizophagus irregularis* (Błaszk., Wubet, Renker et Busco) sur le sésame (*Sesamum indicum* L.), variété S42, au champ a été initiée.

L'objectif global est de contribuer à la promotion de l'agriculture biologique par l'utilisation des CMA.

De façon spécifique il s'agit de :

- évaluer l'effet des CMA, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* sur le développement végétatif du sésame ;
- évaluer l'effet des CMA, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* sur les propriétés biologiques du sol ;
- comparer la productivité du sésame en culture biologique basée sur les pratiques courantes biologiques (utilisation du compost) et sur l'utilisation des CMA.

Comme hypothèses nous retenons :

- la mycorrhization améliore la productivité du sésame et accroît la fertilité biologique du sol ;
- les CMA, *Glomus aggregatum* et *Rhizophagus irregularis* n'ont pas les mêmes effets sur le développement de la culture du sésame notamment la variété S42 ;
- la productivité du sésame en culture biologique basée sur l'utilisation des CMA est supérieure à celle en culture biologique courante.

Le présent mémoire s'articule autour de 3 chapitres. Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique, le deuxième chapitre fait cas des matériel et méthodes et le troisième chapitre porte sur les résultats et discussion.

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Généralité sur le sésame

I.1 Origine et botanique

Le sésame, *Sesamum indicum* L. (figure 1) est une plante annuelle des zones tropicales et subtropicales cultivée surtout en Asie, en Afrique et en Amérique latine (Diouf, 2002). Il a été décrit par Linné en 1753. Le sésame appartient à la division des Spermatophytes, à la sous-division des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des Tubiflorales, à la famille des Pédaliacées et au genre *Sesamum*. Le genre *Sesamum* renferme un grand nombre de cultivars avec une très forte gamme de variation. En 1980, Kobayashi répertoria 37 espèces sauvages et cultivées du genre *Sesamum* (Djigma, 1983). Le sésame est l'un des oléagineux les plus anciennement cultivés par l'homme, surtout pour la teneur élevée en huile de ses graines. Sa culture a commencé il y a environ 4.000 ans en Mésopotamie (RONGEAD, 2013a).

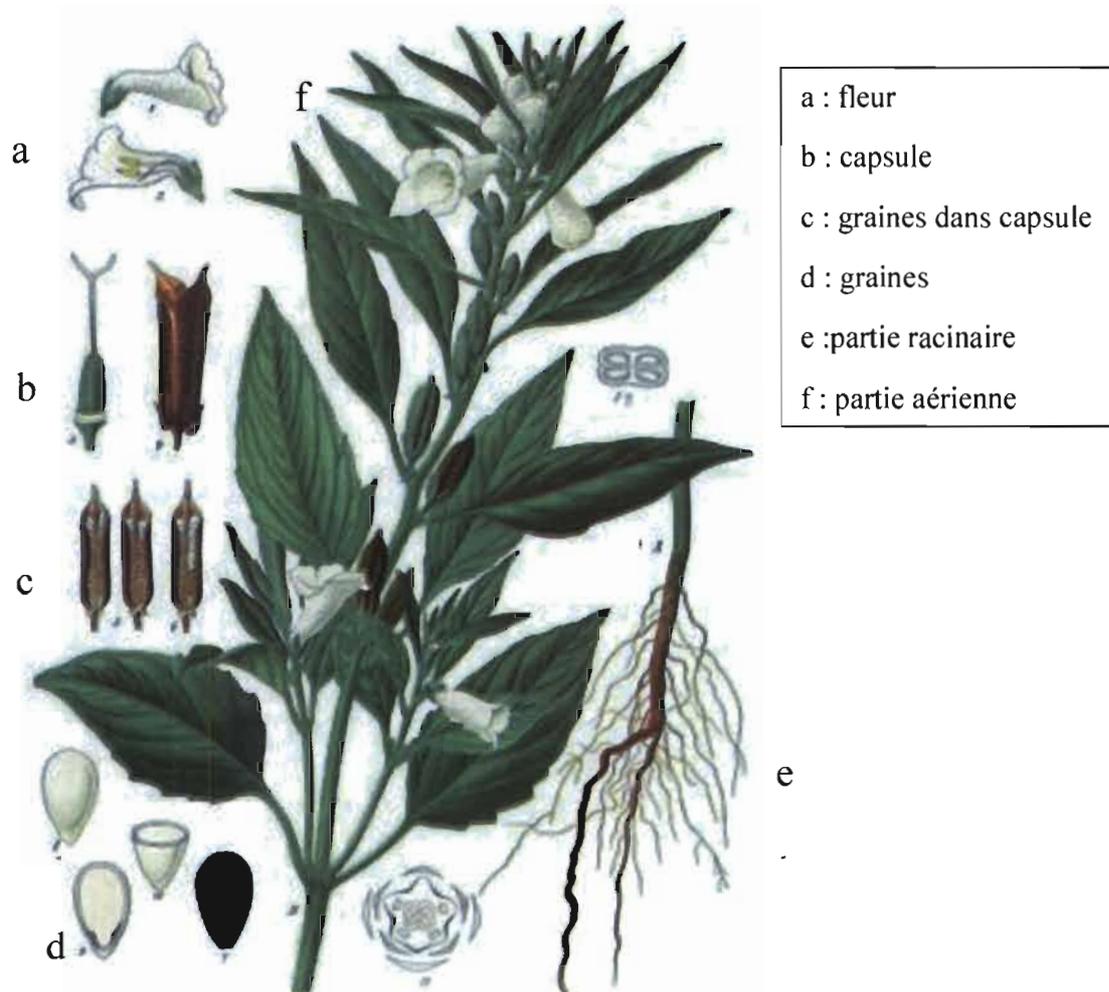


Figure 1 : Différents organes d'une plante de sésame (Wikimedia, 2016)

I.2 Morphologie et anatomie

I.2.1 Appareil végétatif

Le sésame est une plante annuelle à port érigé de 0,7 à 2,3 m de hauteur avec un cycle de développement de 75 à 135 jours selon les variétés. Le système racinaire est du type pivotant avec un réseau dense de racines secondaires. La racine principale a environ 90 cm de long. La tige a une section quadrangulaire. Selon les variétés, elle est cannelée, velue, ramifiée ou monocaule (RONGEAD, 2013b). La morphologie des feuilles est également variable selon la variété et l'âge de la plante. En général, les feuilles de la base sont plus longues et plus larges que les autres. Elles sont palmées ou lobées avec des bords dentés. Les feuilles intermédiaires de la tige principale peuvent être entières et lancéolées, tandis que les feuilles situées sur la partie supérieure de la plante sont lancéolées et très étroites. Elles mesurent entre 3 et 17,5 cm de long et 1 à 7 cm de large, avec un pétiole de 1 à 5 cm de long (Weiss, 1971). Les feuilles peuvent être opposées ou alternes chez certaines variétés, mais souvent en position mixte chez d'autres (opposées à la base de la tige et alternes sur la partie supérieure). La disposition des feuilles est importante car selon Weiss (1971), elle affecterait le nombre de fleurs par axile et partant, le rendement optimal de la plante. Ainsi la disposition opposée aurait tendance à favoriser la floraison multiple par axile (Nongana, 1996).

I.2.2 Appareil reproducteur

Le sésame est une plante autogame avec $2n = 26$, les fleurs sont hermaphrodites, zygomorphes avec 5 étamines dont une est stérile qui prennent naissance à l'aisselle des feuilles supérieures. Ces fleurs, de couleur blanche, souvent légèrement violacée sont généralement solitaires ou regroupées en racèmes par deux ou trois sur chaque axe (Diouf, 2002). Le gynécée est formé d'un ovaire sessile, supère, avec deux unités carpellaires et éventuellement 4 loges qui contiennent 15 à 25 ovules en position axillaire (Mazzani, 1964 cité par Diouf, 2002). Selon Weiss (1971), le fruit est une capsule oblongue et profondément cannelée, déhiscente ou indéhiscente à maturité selon la variété. La longueur de la capsule varie de 2 à 2,5 cm et le diamètre de 0,5 à 1 cm. Elle contient de nombreuses petites graines ovales, lisses ou réticulées, blanches, jaunes, brunes ou noires. Les capsules à multiples loges sont généralement plus courtes que celles possédant quelques loges. Elles ont également plus de graines par loge que les autres (Weiss, 1971). Les graines sans endosperme sont petites, ovales, lisses ou réticulées, aplaties et moins épaisses au niveau du hile que de l'autre extrémité (Diouf, 2002)

I.3 Cycle de développement

Le sésame est une plante de jour court, qui peut normalement fleurir au bout de 42 à 45 jours après semis (JAS) avec une durée d'éclairement de 10 h/jour (Weiss, 1971). Cependant, il existe actuellement des variétés locales adaptées à différentes périodes d'éclairement. Ainsi, on a des variétés de jour court et de jour long (Weiss, 1971). Après la fécondation, les fleurs se transforment en capsules et les ovules se différencient en embryons pour donner les graines. Le cycle peut être découpé en 5 principaux stades phénologiques (OMM, 1991) : stade semis, levée, boutons floraux, floraison et maturation des capsules.

➤ Stade semis et levée

La germination des graines viables semées superficiellement (1 à 2 cm) a lieu entre 3 et 10 jours. Cette phase est fortement influencée par l'état hydrique du sol, la température et d'autres caractéristiques atmosphériques (Weiss, 1971). Le stade plantule constitue une étape très sensible du cycle phénologique au cours de laquelle les jeunes plantes sont particulièrement sensibles à la verse, à l'hydromorphie même temporaire, aux adventices, aux maladies et aux attaques des ravageurs (Diouf, 2002).

➤ Stade boutons floraux et floraison

L'initiation florale se produit à partir d'un certain nœud. Le rang du premier nœud florifère sur la tige principale est une caractéristique variétale (Mohanty *et al.*, 1965). Les ébauches florales se différencient à l'intérieur de chaque bourgeon axillaire qui donne naissance à une inflorescence. A partir de l'induction florale, une inflorescence se développe à l'aisselle de chaque nouvelle feuille formée, caractérisant ainsi une floraison indéterminée. Selon Weiss (1971), les primordiaux de fleurs apparaissent au cours de la 4^{ème} semaine après le semis lorsque la plante a une hauteur de 15 cm environ. Au cours de la 5^{ème} semaine apparaissent successivement les ébauches des pièces florales (sépalés, pétales, étamines et carpelles), suivi de la formation des ovules et graines de pollen. Les pétales se déploient progressivement jusqu'à la floraison. Aussi, 50% de la floraison sont effectifs entre 35 et 59 JAS (Ouattara, 1985). Le stigmate de l'ovaire est réceptif un jour avant l'ouverture de la fleur et le reste pendant 4 jours. Le pollen, rapidement libéré après l'ouverture de la fleur reste viable pendant 24 h (Weiss, 1971). La fécondation interviendrait peu après la floraison. La floraison constitue la phase la plus sensible aux maladies et aux attaques des ravageurs.

➤ **Stade maturation des capsules et récolte**

La maturité se manifeste plus tard par une défoliation importante et un jaunissement des capsules. Les capsules de la base sont celles qui mûrissent les premières. Celles qui se rapprochent le plus du sommet sont les dernières à mûrir et restent souvent vertes à la récolte. La longueur du cycle est positivement corrélée avec le rendement en graines (Djigma, 1983).

I.4 Production du sésame au Burkina Faso

Au Burkina Faso, la filière sésame constitue l'une des principales sources de revenus pour 2/3 des ménages agricoles. Cela s'explique par sa faible exigence en eau, sa forte demande sur le marché international et surtout la disponibilité d'un marché exclusif pour sa production bio de variétés blanches de haute qualité (MAHRH, 2009). En 2014, on a enregistré une production nationale de 136.686 tonnes sur 203.449 ha emblavées (MASA, 2014). Le sésame constitue le troisième produit d'exportation avec plus de 60% de la production exportée.

Les données de production au niveau national ne distinguent pas le sésame conventionnel du sésame bio. La production de sésame certifié bio n'est pas bien connue. En 1995, le Burkina a produit 1.500 tonnes de sésame bio, soit 50% de la production mondiale (MAHRH, 2008). La culture conventionnelle du sésame se distingue essentiellement de sa culture bio au niveau de la fertilisation et du contrôle phytosanitaire (MAHRH, 2008).

II. Généralités sur les champignons mycorhiziens

L'extension des plantes dans l'écosystème terrestre s'est déroulée suite à de multiples phases d'adaptations. Parmi celles-ci, figure l'établissement des relations symbiotiques avec les champignons mycorhiziens.

II.1 Définition

L'origine étymologique du mot « mycorhize » provient du grec « mycos » pour champignon et « rhiza » pour racine (Balzergue, 2012). La symbiose mycorhizienne résulte de l'association mutuellement avantageuse entre les racines des plantes et certains champignons filamenteux du sol appartenant soit aux Basidiomycètes, aux Ascomycètes ou aux Zygomycètes (Gianinazzi, 1983).

II.2 Différents types de mycorhizes

Selon leurs morphologies, on peut classer les mycorhizes en trois groupes (Gianinazzi, 1983).

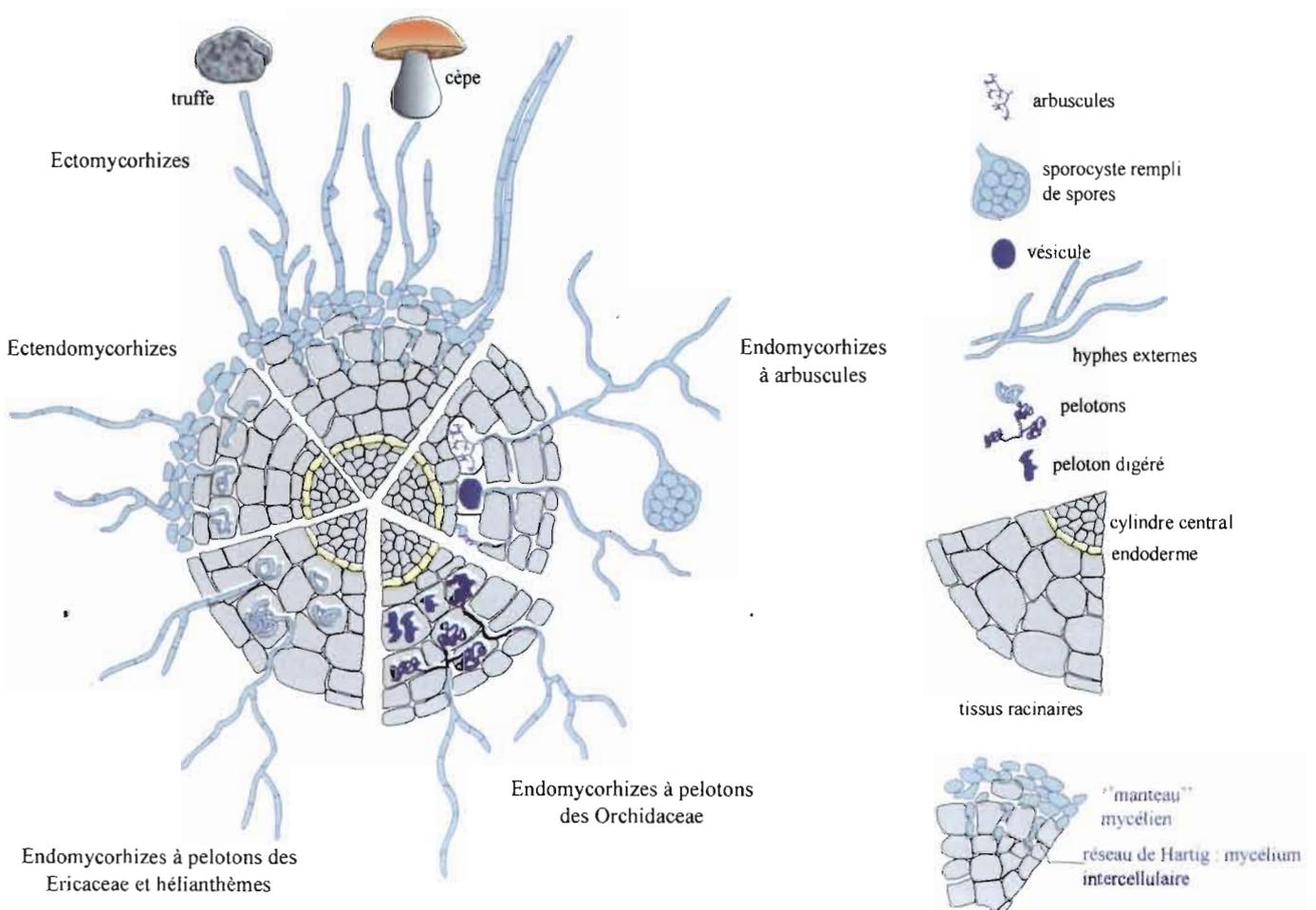


Figure 2 : Différents types d'associations mycorhiziennes (Le Tacon, 1985)

II.2.1 Ectomycorhizes

Les ectomycorhizes se forment essentiellement entre les essences forestières croissant en région tempérée et des espèces fongiques appartenant surtout aux Basidiomycètes, mais aussi aux Ascomycètes et exceptionnellement aux Zygomycètes. Environ 5% des espèces végétales forment ce type de symbiose mycorhizienne. Les champignons de ce groupe ne pénètrent pas à l'intérieur des cellules racinaires. Les hyphes forment un manchon mycélien très dense autour de l'apex racinaire pour former le manteau, puis pénètrent entre les cellules épidermiques et corticales pour former le réseau de Hartig, lieu d'échanges entre les deux partenaires (Gianinazzi, 1983).

II.2.2 Ectendomycorhizes

Ce type de mycorhize est très peu répandu. Comme son nom l'indique les champignons impliqués développent aussi bien un manchon fongique à l'extérieur des racines, que des formations endocellulaires en pelotons. On les rencontre chez les arbousiers (Gianinazzi, 1983).

II.2.3 Endomycorhizes

Les champignons impliqués dans ce type de mycorhize sont surtout des Zygomycètes, exception faite pour les Orchidées et les Ericacées dont les champignons mycorhiziens sont respectivement des Basidiomycètes et des Ascomycètes. Elles sont caractérisées par l'absence de manchon mycélien externe et par la pénétration des hyphes fongiques dans les cellules corticales (Abbas, 2014).

II.2.3.1 Endomycorhizes à pelotons

Dans ce cas, le mycélium forme des pelotons à l'intérieur des cellules du parenchyme cortical d'où l'appellation endomycorhizes à pelotons (Abbas, 2014). Selon Le Tacon (1985) on a :

- *les endomycorhizes à pelotons des Orchidées ;*
- *les endomycorhizes à pelotons des Ericacées ;*
- *les endomycorhizes à pelotons des Hélianthèmes.*

II.2.3.2 Endomycorhizes à vésicules et arbuscules

Les mycorhizes à arbuscules, formées par des champignons inférieurs sont présents sur la presque totalité des plantes agricoles et horticoles (Gianinazzi, 1983). Les mycorhizes à arbuscules formées par des champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) doivent leur nom aux structures fongiques résultant des hyphes. En effet, le champignon forme deux structures spécifiques :

- les arbuscules résultant de la ramification intense des hyphes à l'intérieur des cellules du cortex racinaire (Figure 2) ;
- les vésicules qui sont des gonflements de l'extrémité des hyphes dans ou entre les cellules corticales (Bofante-Fasolo, 1984), et présentes chez certaines espèces de champignons.

Les CMA sont des biotrophes obligatoires. L'interaction avec une plante leur est alors indispensable pour accomplir leur cycle de vie (Smith et Read, 2008). Ils ne présentent pas une spécificité forte pour une plante hôte donnée. Cependant, selon les mêmes auteurs, il existe des hôtes préférentiels en fonction des exsudats racinaires des différentes espèces végétales ou bien en fonction des modes de colonisation différents des champignons. Les CMA sont des champignons microscopiques du sol, il est nécessaire soit de colorer les racines pour observer les structures symbiotiques, soit de tamiser le sol pour révéler la présence de leurs spores.

Au regard de la thématique de l'étude nous nous intéresserons plus particulièrement à ce groupe d'endomycorhizes.

II.2.3.2.1 Origine des CMA

Les premières traces de la symbiose mycorhizienne remontent à près de 400 millions d'années. En effet, plusieurs études de fossiles montrent des structures fongiques très semblables à celles typiquement observées chez les CMA actuels. Parmi ces fossiles, certains datent du Dévonien inférieur (environ 415 millions d'années) et montrent notamment des structures ressemblantes à des arbuscules (Remy *et al.*, 1994). D'autres présentent des spores datant de l'Ordovicien (environ 460 millions d'années) (Redecker *et al.*, 2000). Les CMA appartiennent à la division des Gloméromycètes.

II.2.3.2.2 Classification des Gloméromycètes

La phylogénie et la taxonomie des CMA ont beaucoup évolué depuis la première description de *Glomus microcarpum* (nom d'origine : *Endogone macrocarpus*) en 1845 (Malbreil, 2014). Les CMA sont classés suivant l'aspect du mycélium, la taille, la couleur, la forme et l'organisation pariétale des spores. L'analyse des régions ribosomiques a permis de mieux définir les espèces, ou plus précisément les taxons moléculaires. Ainsi l'ensemble de ces champignons sont regroupés dans un seul phylum : les *Glomeromycota*, placés en position basale de la phylogénie des champignons (Schüßler *et al.*, 2001). La distinction entre espèces et la taxonomie ont été plusieurs fois révisées pour tendre actuellement à une stabilisation

(Schüßler et Walker, 2010). De nos jours, 3 classes (Archaeosporomycetes, Gloméromycètes et Paragloméromycètes), 5 ordres (Archaeosporales, Diversisporales, Gigasporales, Glomerales et Paraglomerales), 14 familles, 29 genres et plus de 230 espèces de CMA sont acceptés (Schüßler *et al.*, 2001 ; Walker et Schüßler, 2004 ; Sieverding et Oehl, 2006 ; Spain *et al.*, 2006 ; Palenzuela *et al.*, 2008 ; Oehl *et al.*, 2011a ; Oehl *et al.*, 2011b ; Oehl *et al.*, 2011d ; Oehl *et al.*, 2011f, cités par Haro, 2016).

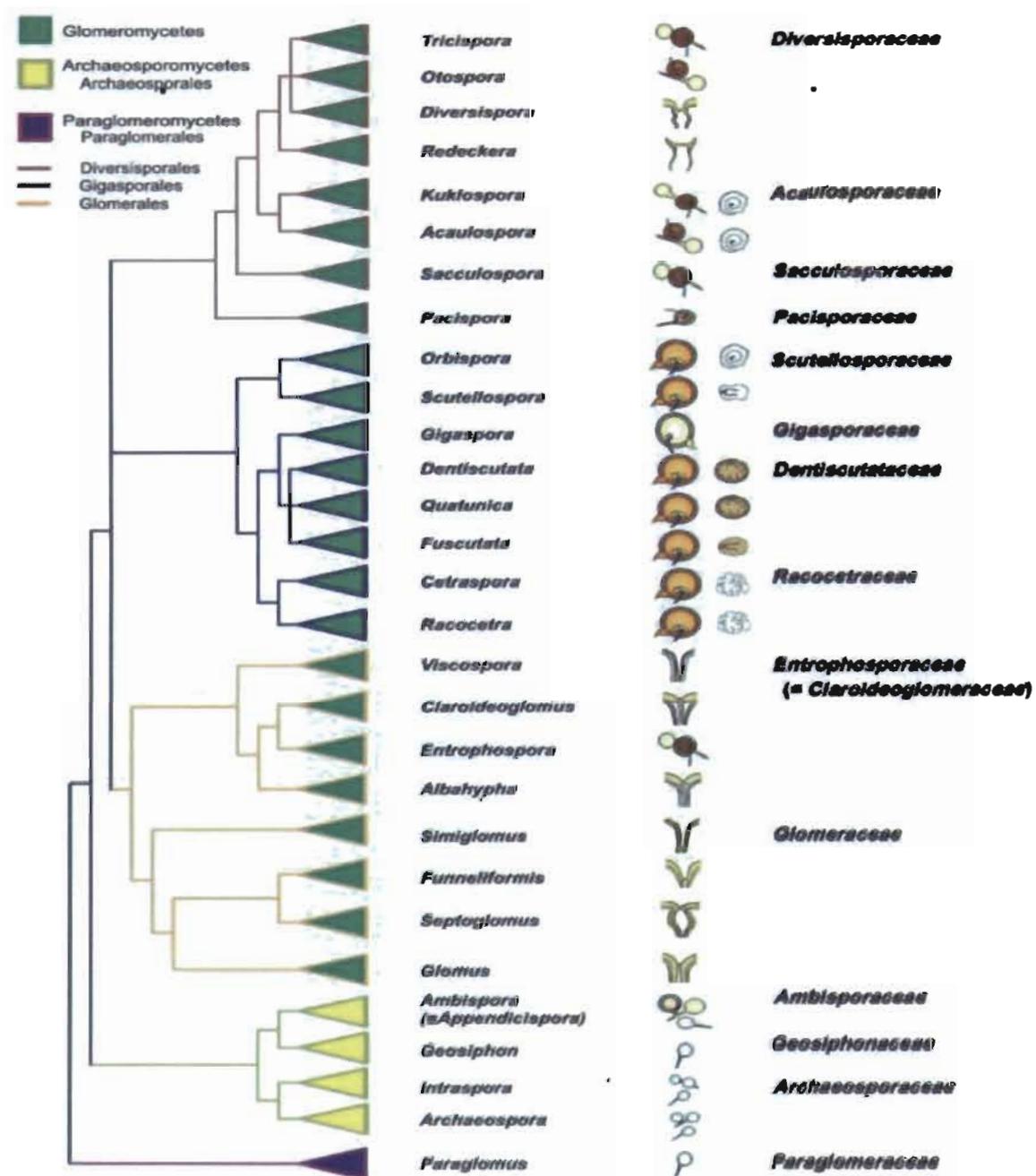


Figure 3 : Arbre représentant le phylum des *Glomeromycota* sur la base des analyses moléculaires (Schüßler *et al.*, 2001 ; Walker et Schüßler, 2004 ; Sieverding et Oehl, 2006 ; Spain *et al.*, 2006 ; Palenzuela *et al.*, 2008 ; Oehl *et al.*, 2011a ; Oehl *et al.*, 2011b ; Oehl *et al.*, 2011d ; Oehl *et al.*, 2011f, cités par Haro, 2016)

❖ *Rhizophagus irregularis*

L'espèce *Rhizophagus irregularis* anciennement connue sous le nom de *Glomus intraradices* a été reclassée en 2009 sous le nom de *Glomus irregularis* (Stockinger *et al.*, 2009). Walker et Schüßler (2010) ont proposé pour cette espèce le nom de *Rhizophagus irregularis*. Cette dénomination repose sur la comparaison des gènes ribosomiques.

Ce champignon présent dans la plupart des écosystèmes, est capable de coloniser une large gamme de plantes hôtes (Smith et Read, 2008).

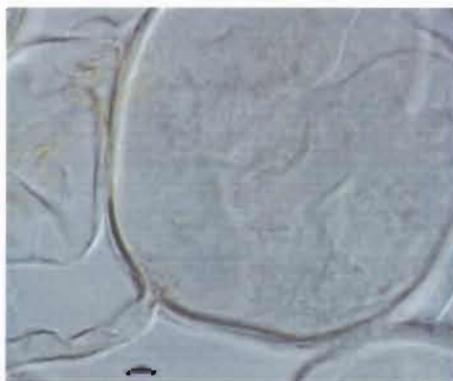


Figure 4 : Spore de *R. irregularis* (source: www.invam.com, 2016)

❖ *Glomus aggregatum*

Glomus aggregatum a été décrit par Schenck et Smith (1982) et est l'une des multiples espèces similaires à *Glomus fasciculatum*. Ce champignon produit des spores de couleur jaune séparément ou groupées en agrégat d'où l'épithète *aggregatum* qui signifie groupé en latin (Schenck et Smith, 1982). Contrairement à certaines espèces similaires du genre comme *R. irregularis* et *G. hoi*, *G. aggregatum* est capable de produire des spores à l'intérieur de ses spores mères par une prolifération interne.

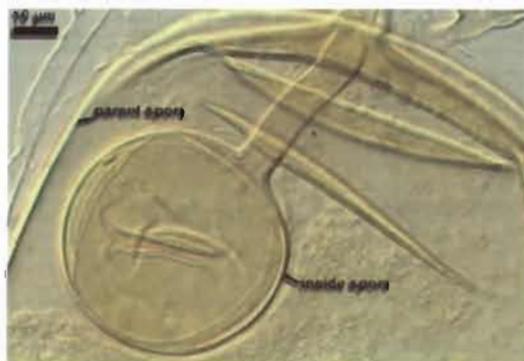


Figure 5 : Spore de *G. aggregatum* (source: <http://www.zor.zut.edu.pl>, 2016)

II.2.3.2.3 Différentes phases de la symbiose plante-CMA : Cycle biologique

L'établissement de la symbiose entre la plante et le CMA à partir d'inoculum sous forme de spores se déroule en 3 phases (Balzergue, 2012) :

– Phase a-symbiotique

Dans cette première phase il n'y a pas de contact ni d'échange entre les deux partenaires. Dans des conditions favorables, les spores peuvent germer spontanément et produire un tube germinatif et des hyphes primaires sans même avoir besoin de puiser dans leurs réserves lipidiques (Bécard *et al.*, 2004). Lorsqu'aucun partenaire végétal n'est à proximité, selon les espèces fongiques, les hyphes germinatifs peuvent alors se septer et le cytoplasme peut se rétracter dans la spore initiale. Ils peuvent aussi sporuler en formant des spores plus petites (Hildebrandt *et al.*, 2002).

– Phase pré-symbiotique

A cette phase on assiste à des échanges de signaux diffusibles sans contact direct entre les deux partenaires. Les plantes produisent des exsudats racinaires capables d'activer l'activité métabolique et une ramification intense des hyphes du champignon. Les champignons sécrètent eux aussi des signaux diffusibles induisant notamment dans les cellules végétales des variations de concentration en calcium dans le cytosol et le noyau, la régulation transcriptionnelle de gènes et la ramification des racines. La germination des spores se fait de façon asynchrone. L'ensemble des étapes qui suivent sont donc elles aussi non synchronisées à l'échelle de la plante (Balzergue, 2012).

– Phase symbiotique

La phase symbiotique à proprement parler se déroule en plusieurs étapes :

- le champignon forme un "appressorium" au contact de l'épiderme. Ce dernier représente le point d'accroche du champignon à la racine et aussi le point de pénétration ;
- dans la cellule épidermique située sous l'appressorium, un appareil de pré-pénétration (PPA) est mis en place qui correspond à un réarrangement polarisé du cytoplasme et du cytosquelette. Il permet la formation d'un pont apoplasmique endocellulaire à travers lequel le champignon va se développer pour traverser les différentes couches cellulaires jusqu'aux cellules corticales (Genre *et al.*, 2005) ;
- le champignon pénètre dans les cellules corticales sans en traverser la membrane plasmique et forme des structures hyper-ramifiées appelées arbuscules. Les arbuscules sont entourés d'une membrane plasmique péri-arbusculaire séparant le champignon du cytoplasme végétal. C'est au niveau des arbuscules qu'ont lieu les échanges carbone-phosphate-azote

entre le champignon et la plante grâce à des transporteurs spécifiques. Les arbuscules ont une durée de vie limitée (en moyenne 8,5 jours) (Balzergue, 2012). Ils atteignent une taille maximale dans la cellule puis rentrent en sénescence et le champignon peut être complètement éliminé de la cellule végétale qui revient à son état initial (Javot *et al.*, 2007). Une cellule peut ainsi accueillir plusieurs arbuscules successifs. De plus, un grand nombre d'espèces de CMA comme *R. irregularis* produisent des structures de réserves lipidiques à l'intérieur des racines ou au niveau de l'apoplaste, ce sont des vésicules (Smith et Read, 2008). Ensuite le champignon peut finir son cycle de développement et former une nouvelle génération de spores à l'intérieur de son réseau mycélien cénotique, c'est-à-dire sans cloison. Parallèlement à son développement intra-racinaire, un mycélium se développe à l'extérieur de la racine capable de prélever l'eau et les sels minéraux dans des zones de sol normalement inaccessibles aux racines non mycorhizées. Ce mycélium extra-racinaire peut coloniser de nouvelles régions du système racinaire de la plante hôte (infections secondaires) ou coloniser les racines d'une plante voisine. Il produit également les nouvelles spores à l'origine d'un nouveau cycle. La figure 6 illustre les différentes phases de la symbiose mycorhizienne arbusculaire (Balzergue, 2012).

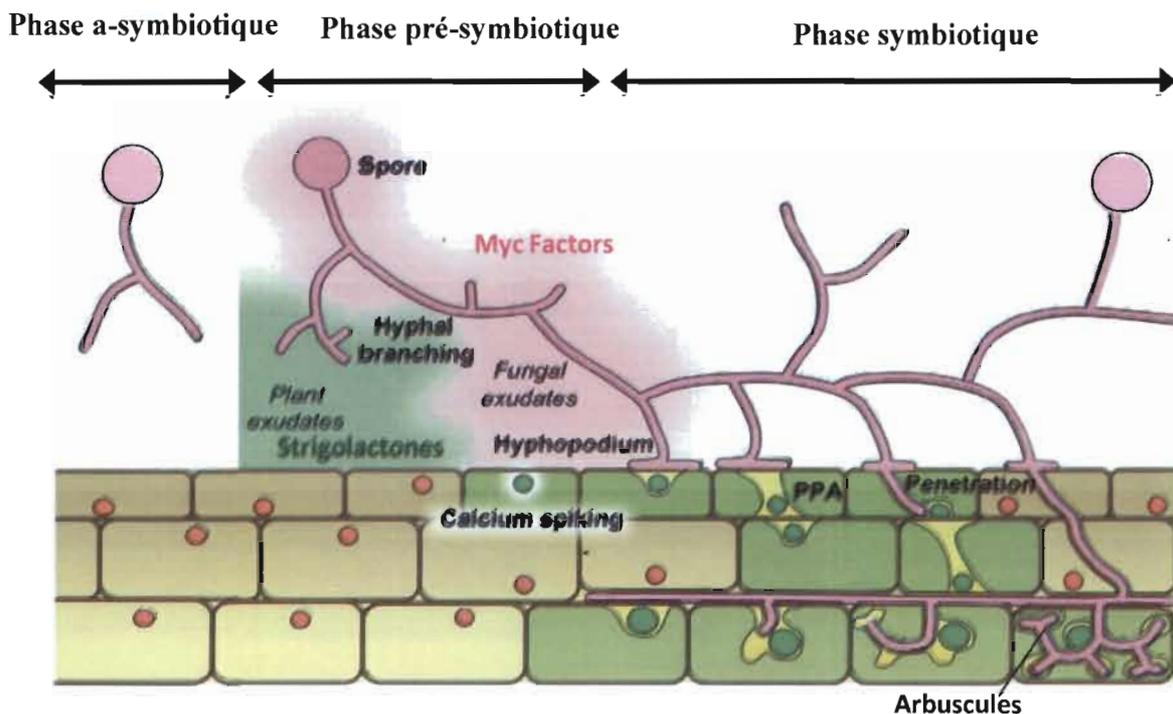


Figure 6: Différentes phases de la colonisation des racines par les CMA (Balzergue, 2012).

II.2.3.3 Quelques facteurs influençant la mycorhization

II.2.3.3.1 Influences des pratiques culturales sur la symbiose endomycorhizienne.

Le type de culture, la nature du sol et l'itinéraire technique adopté peuvent jouer considérablement sur l'activité des CMA (Hijri *et al.*, 2006). Ainsi le travail du sol peut bouleverser la mycorhization en entraînant les propagules en profondeur du sol. L'apport des fertilisants chimiques contribuent également à rayer la symbiose mycorhizienne (Bâ *et al.*, 2001). Des travaux menés par Gianinazzi (1982) montrent également que l'application des pesticides notamment des fongicides contribue à la diminution de l'intensité d'endomycorhization.

II.2.3.3.2 Taux de phosphore dans le sol et symbiose endomycorhizienne

La concentration en phosphore dans le milieu régule la formation de la symbiose des CMA (Breuillin *et al.*, 2010). Il existe une corrélation négative entre la concentration de phosphore dans le sol et le niveau de colonisation mycorhizienne. En effet, des apports importants de phosphore soluble diminuent le taux d'infection et aboutissent à l'élimination des effets positifs de la symbiose plante-CMA sur le rendement des plantes (Asimi *et al.*, 1980 cités par Gianinazzi, 1982).

II.2.3.3.3 Effets des strigolactones sur la symbiose endomycorhizienne

Les strigolactones sont des produits dérivés de la voie de synthèse des caroténoïdes. Avant d'être identifiées comme « Branching Factor », les strigolactones étaient connues depuis longtemps comme facteurs inducteurs de la germination des graines de plantes parasites du genre *Striga* et *Orobanche* (Cook *et al.*, 1966). Elles sont exsudées dans la rhizosphère par les racines des plantes mycotrophes et constituent des molécules signales pour les CMA pour reconnaître la présence d'une racine hôte. Elles stimulent également le développement des CMA, la germination des spores (plus de 50%) et la formation de nouvelles ramifications des hyphes du champignon (Besserer *et al.*, 2008).

II.2.3.3.4 Effets des flavonoïdes sur la symbiose endomycorhizienne

Ce sont des molécules très diversifiées, exsudées par les racines et connues pour promouvoir la symbiose entre les légumineuses et les bactéries fixatrices d'azote (rhizobiums). Différents flavonoïdes ont montré un effet sur la germination des spores ou la ramification des hyphes. Toutefois, leurs effets sur l'établissement de la symbiose sont contrastés, parfois avec des effets positifs ou négatifs (Hassan et Mathesius, 2012).

II.2.3.3.5 Effets des polyamines sur les CMA.

Les polyamines exsudées par les plantes hôtes stimulent la germination des spores des CMA, la ramification des hyphes et augmentent la colonisation de la plante (Cheng *et al.*, 2012).

II.2.3.3.6 Effets des lipochitooligosaccharides (LCO) sur les CMA

Les LCO encore appelées Myc-LCO par analogie aux facteurs Nod ont été découvertes par Maillet *et al.* (2011). Ce sont des molécules dérivées du N-acétyl glucosamine exsudées par les CMA et favorisant la mycorhization des plantes lorsqu'elles sont ajoutées de manière exogène. Elles induisent également la formation de racines latérales (Maillet *et al.*, 2011).

II.2.3.3.7 Effets de l'acide jasmonique sur la symbiose endomycorhizienne

Gutjahr et Paszkowski (2009) ont décrit l'importance du couple acide jasmonique/acide salicylique ainsi que du ratio entre les deux dans la symbiose plante-CMA. Une suppression partielle de l'expression du gène codant pour une « allene oxide cyclase » et intervenant dans la synthèse de l'acide jasmonique a pour conséquence de réduire le nombre d'arbuscules et de provoquer un retard dans le processus de colonisation mycorhizienne (Isayenkov *et al.*, 2005). Ces résultats suggèrent qu'un plus faible niveau d'acide jasmonique peut déséquilibrer le ratio acide jasmonique/acide salicylique influençant ainsi le niveau de défense de la racine et pénalisant l'interaction avec le symbionte.

II.2.3.3.8 Effets des MicroARN sur la symbiose endomycorhizienne

Les microARN sont connus dans la symbiose mycorhizienne pour leur capacité à moduler l'expression des gènes. Des études menées par Lauressergues *et al.* (2012) ont montré qu'un microARN, le miR 171h joue un rôle dans la régulation de la colonisation des racines par les CMA. Une surexpression du miR 171h altère le taux de mycorhization.

II.2.3.4 Valeur agronomique des CMA

II.2.3.4.1 Nutrition hydrique et minérale

Les arbuscules formés par les CMA sont les lieux privilégiés d'échange de nutriments entre la plante hôte et le CMA. Le champignon fournit à sa plante hôte, grâce à son mycélium extra racinaire, des sels minéraux et de l'eau. En échange, la plante fournit au champignon des composés carbonés issus de la photosynthèse. Le champignon prélève la quasi-totalité des composés carbonés dont il a besoin grâce à son mycélium intra racinaire (Godfroy, 2008). La présence de CMA augmente considérablement les surfaces et les volumes d'absorption de la plante. En effet, on peut trouver 10 à 100 mètres de mycélium mycorhizien par centimètre de

racines (Cardoso et Kuyper, 2006). Ainsi, la mycorhizosphère s'étend au-delà de la zone d'exploration de la racine.

❖ **Nutrition hydrique**

Les CMA contribuent à la résistance des plantes à la sécheresse (Ruíz-Sánchez *et al.*, 2011 cité par Malbreil, 2014). Dans un contexte de changement climatique et de périodes de sécheresses prolongées, cette caractéristique de la symbiose CMA est d'un intérêt agronomique important. Il existe deux mécanismes cellulaires d'acquisition de l'eau : une voie passive, qui consiste à traverser la membrane plasmique par diffusion et une voie active, plus efficace, grâce à l'utilisation de transporteurs. L'utilisation des deux voies par les CMA n'est pas encore bien connue, mais il est possible que le recrutement de l'eau se fasse de manière active, grâce aux aquaporines. Une première aquaporine putative a été détectée chez *R. irregularis* (GinAQP1), son expression est induite en réponse à la sécheresse et au stress de froid (Aroca *et al.*, 2009).

❖ **Nutrition minérale**

➤ *Nutrition azotée*

L'azote est l'un des éléments nutritifs apportés de manière significative à la plante lors de la symbiose mycorhizienne (Govindarajulu *et al.*, 2005). Les CMA possèdent un panel de transporteurs qui leur permettent de recruter différentes formes de l'azote : l'ammonium, le nitrate et les acides aminés.

➤ *Nutrition phosphatée*

Les CMA jouent un rôle très important dans la nutrition phosphatée de la plante. Dans des conditions de carence en phosphore, les CMA, offrent à la plante le phosphore dont elle a besoin. Cette nutrition phosphatée améliorée est considérée comme l'avantage principal apporté par la symbiose des CMA. Dans certains cas, la plante se repose entièrement sur ses partenaires fongiques pour lui fournir le phosphore jusqu'à 100% de ses besoins (Smith *et al.*, 2003).

D'autres éléments nutritifs tels que le soufre, le magnésium, le zinc et le fer difficilement mobilisables bénéficient également de l'aide fongique.

II.2.3.4.2 Résistance aux stress biotique et abiotique

❖ *Stress abiotique*

En plus d'améliorer considérablement la nutrition hydrique et minérale des plantes, la symbiose plante-CMA contribue également à augmenter la tolérance des plantes à différents stress abiotiques tels que le stress salin (Evelin *et al.*, 2009) et le stress aux métaux lourds (Hildebrandt *et al.*, 2007).

❖ *Stress biotique*

Les CMA permettent à la plante hôte de résister plus efficacement à certains agents pathogènes. Plusieurs études ont montré chez les plantes mycorhizées une diminution des dommages causés par certains microorganismes fongiques et bactériens ainsi que par des nématodes (Dehne, 1982 ; Whipps, 2004). Les CMA stimuleraient les réactions de défense des plantes, les rendant ainsi plus résistantes à d'éventuelles attaques pathogènes (Pozo et Azcon-Aguilar, 2007 cités par Laparre, 2012).

II.2.3.4.3 Effet des CMA sur les propriétés du sol

L'activité des CMA améliore significativement la structure du sol. Les polysaccharides très stables exsudés par le mycélium des CMA, tels que la glomaline, assurent la cohésion physique des microparticules du sol (Cardoso et Kuyper, 2006). Les exsudats et le potentiel exploratif des hyphes rendent les CMA responsables d'une large part de la fourniture de carbone provenant de l'hôte vers les organismes du sol (Cardoso et Kuyper, 2006). Cet apport fournit l'énergie supportant la diversité des micro-organismes du sol (Bethlenfalvay, 1993 cité par Nyssens, 2012) nécessaire à la formation du matériel organique impliqué dans la cohésion du sol.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

I. Présentation du milieu d'étude : Commune rurale de Karangasso-Vigué

I.1 Situation géographique

La commune rurale de Karangasso-Vigué relève de la province du Houet. D'une superficie de 2.026 km², elle est géo-référenciée entre 3°36' et 4°10' de longitude Ouest et entre 10°42' et 11°10' de latitude Nord. Elle s'étend sur 61 km environ d'Est à l'Ouest et sur 53 km environ du Nord au Sud (PCD/Karangasso-Vigué, 2013). La commune de Karangasso-Vigué est limitée au Nord par les communes rurales de Koumbia (province du Tuy) et de Lena (province du Houet), au Sud par les communes rurales de Sidéradougou et de Ouou (province de la Comoé), à l'Est par le fleuve Bougouriba et la commune rurale de Bougouriba (province du Bougouriba), et à l'Ouest, par la commune rurale de Péni et la commune urbaine de Bobo-Dioulasso (province du Houet). Karangasso-Vigué, chef-lieu de la commune, est à 57 Km du chef-lieu de la province du Houet (Bobo-Dioulasso), auquel l'on accède par la route nationale RN°1 à partir du village de Kléso.

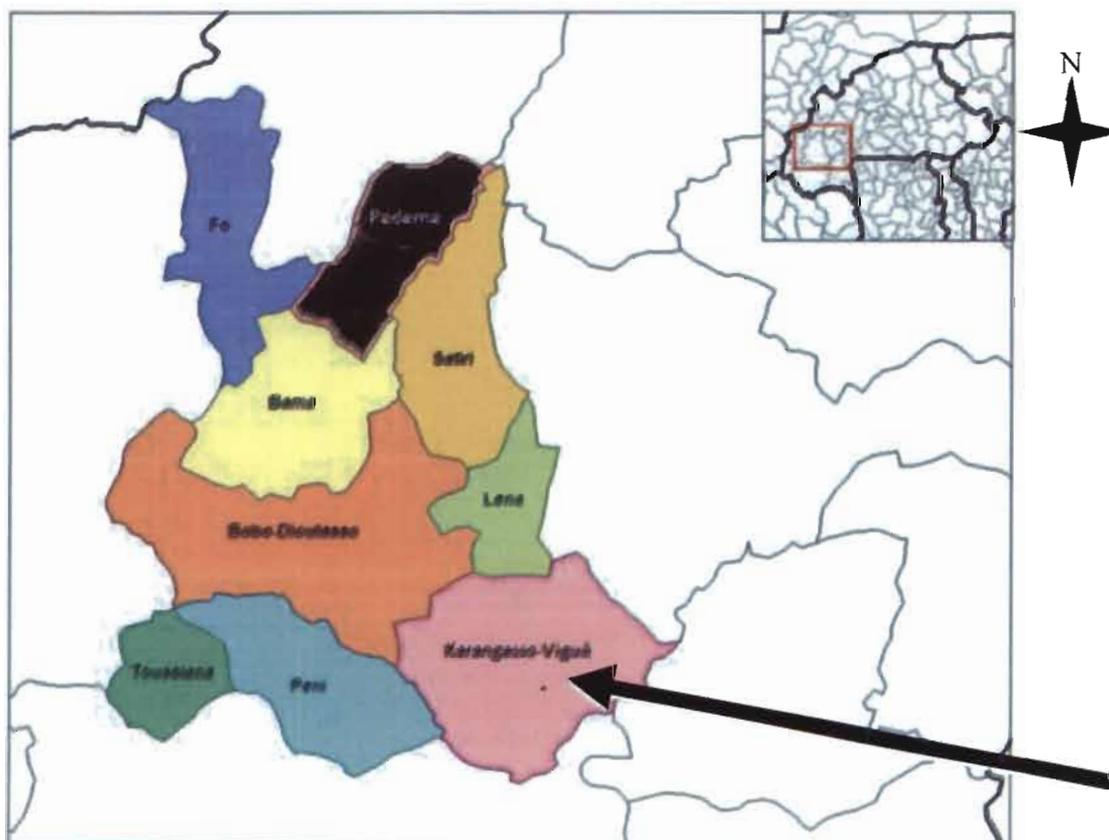


Figure 7 : Carte de la commune de Karangasso-Vigué (Google image, 2016)

I.2 Climat et pluviométrie

Selon le PCD/Karangasso-Vigué (2013), la commune rurale de Karangasso-Vigué a un climat sud-soudanien caractérisé par l'alternance de deux saisons :

- Une saison pluvieuse relativement longue de 6 mois (Mai - Octobre) avec des maximas pouvant atteindre 1300 mm par/an ;
- Une saison sèche qui dure 6 mois (novembre - avril).

La pluviométrie variant entre les isohyètes 900 mm au Nord et 1000 mm au Sud, est soumise à une variation spatio-temporelle avec une tendance à la baisse durant ces dernières années. L'irrégularité et la mauvaise répartition des pluies constituent un facteur limitant pour les activités agrosylvopastorales. La moyenne des températures est d'environ 35°C. La figure 8 donne la répartition de la hauteur d'eau pour l'année 2015.

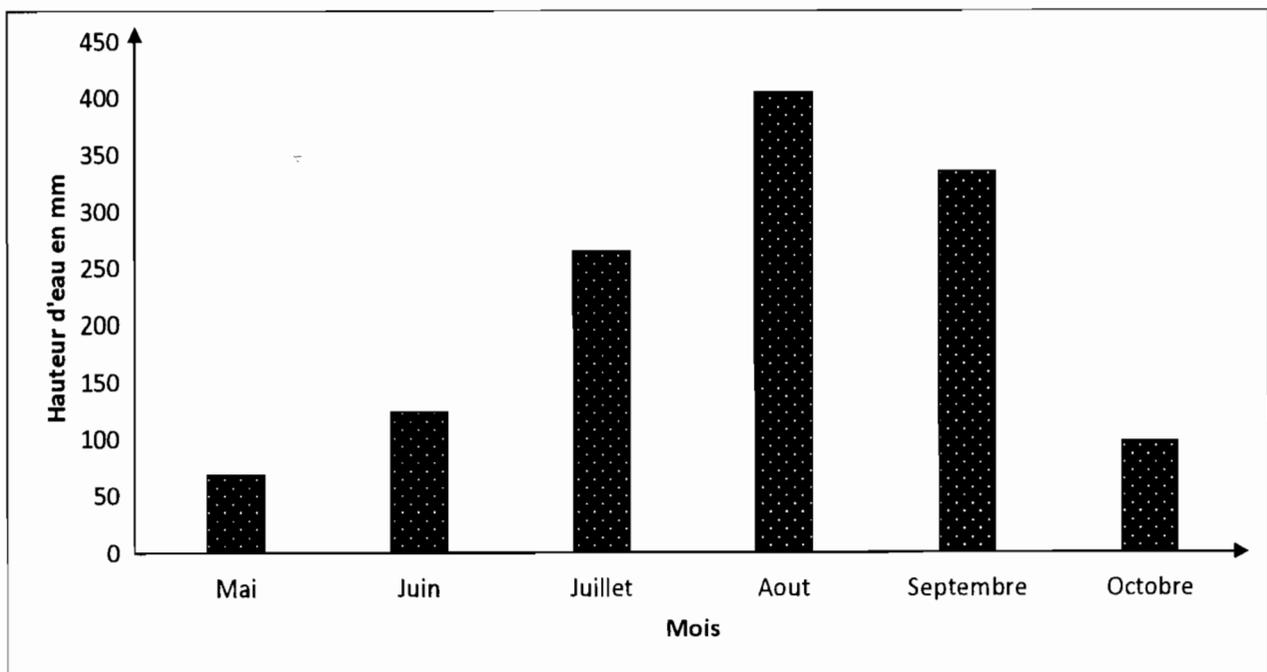


Figure 8: Pluviosité totale mensuelle de la commune rurale de Karangasso-Vigué en 2015 (Source : DPA/Bobo-Dioulasso, 2015)

I.3 Sols

D'après Boulet (1976) les sols de la zone de Karangasso-Vigué sont classés comme :

- Des sols ferrugineux tropicaux reposant sur des matériaux sableux en profondeur ;
- Des sols hydromorphes peu humifères à pseudo Gley hérités en association avec des lithosols sur cuirasse ferrugineux.

L'association est constituée de matériaux résiduels anciens qui forment la base des sols ferrugineux tropicaux. Ils peuvent être recouverts par endroit d'une couche sableuse d'épaisseur

variable de 0 à 40 cm. Ces sols présentent une texture à dominance sablo-argileuse en surface et argileuse en profondeur (Boulet, 1976)

I.4 Végétation

La commune rurale de Karangasso-Vigué se situe dans le secteur phytogéographique soudanien septentrional (Guinko, 1984). C'est la zone des savanes intensément cultivées, dominées du point de vue espèces végétales par des essences protégées. La commune dispose de plantations collectives et d'une forêt classée située dans le village de Dan. Elle partage également la forêt classée de Mou avec la commune rurale de Koumbia. Le couvert végétal subi une dégradation liée à la conjugaison des effets des feux de brousse, du surpâturage et la coupe abusive du bois vert. Il n'existe pas dans la commune des zones de pâture formellement délimitées. Toutefois, la commune de Karangasso-Vigué est une zone de transit pour les pasteurs transhumants.

II. Matériel et méthodes

II.1 Matériel

II.1.1 Site expérimental

L'essai a été implanté dans la ferme écologique Guiriko. Selon Tavi et Ouattara (2013) cités par Ibrango (2014), le site Guiriko se situe dans la région des Hauts Bassins à 45 km de la ville de Bobo-Dioulasso, province du Houet et plus précisément dans le département de Karangasso-Vigué à 4 km de l'axe Soumousso - Diguèlin. C'est une ferme agro-écologique ayant une superficie de 43 ha. Le site s'intéresse essentiellement aux activités agro-pastorales incluant la formation professionnelle de jeunes agriculteurs. Cinquante-deux (52) espèces ligneuses ont été inventoriées dont les plus abondantes sont *Vitellaria paradoxa* Gaertn. F., *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. et *Diospyros mespilliformis* Hochst. ex A. Rich. On y pratique de la culture céréalière, de la culture maraichère et l'élevage de la volaille locale. Parmi les essences fruitières en exploitation on note le goyavier, le karité, l'oranger, le tamarinier, le citronnier, le manguier, etc. La ferme Guiriko travaille en relation avec CNABIO (Conseil National pour l'Agriculture Biologique), CFAPE (Centre de Formation Agricole et de Production Ecologique) du Togo, CAPROSET (Centre Agricole pour la Production de Semences et de Technologie) du Mali, Napam Béogo et Nènèkaflè du Burkina Faso.

Les types de sol essentiellement rencontrés dans le site sont les sols ferrugineux tropicaux reposant sur des matériaux sableux en profondeur. Les antécédents cultureux de la parcelle expérimentale de ces 5 dernières années sont la monoculture du sésame dans des parcs à karités.

II.1.2 Matériel végétal

La variété S42 du sésame (*Sesamum indicum* L.) a été utilisée pour cette étude. Introduite de l'Inde sous le nom de *Jaaglon 128*, la variété S42 de couleur blanche est actuellement la plus vulgarisée au Burkina Faso. Son cycle est de 90 à 100 jours. La plante présente 3 à 4 ramifications avec une pilosité sur la tige, les feuilles et les capsules. Le nombre de capsules par aisselle varie entre 1 et 3 (RONGEAD, 2013b). Le rendement moyen est de 1000 à 1500 kg/ha avec une teneur en huile de 53 à 58%. La quantité d'eau minimale nécessaire pour la production de cette variété est de 400 mm (MAHRH, 2008).

II.1.3 Matériel fongique

➤ Inoculum de *Glomus aggregatum*

L'inoculum de *Glomus aggregatum* est constitué d'un mélange de sable et de racines de maïs colonisées avec une souche de *Glomus aggregatum* du laboratoire de microbiologie de l'INERA au Burkina Faso.

➤ Inoculum de *Rhizophagus irregularis*

L'inoculum de *Rhizophagus irregularis* est constitué d'un mélange de sable et de racines de maïs colonisées avec une souche de *Rhizophagus irregularis* du Laboratoire Commun de Microbiologie de Dakar au Sénégal.

Ces deux inocula ont été multipliés et fournis par le laboratoire de microbiologie de l'INERA/DEF. La production a été faite suivant la méthode décrite par Haro (2011). Elle a consisté à cultiver le maïs en serre pendant 6 mois et inoculé avec les morphotypes de CMA sélectionnés pour l'étude, dans des pots de 4 l contenant 4000 g de sol stérile (figure 9).

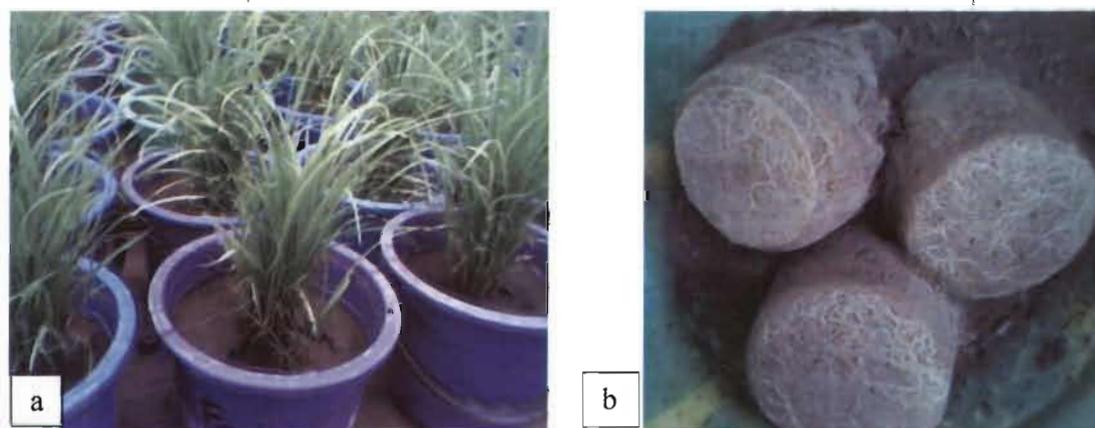


Figure 9 : Plante mycotrophe en culture (a) ; inoculum produit (b) (Source : Haro, 2011)

II.1.4 Matière organique

La matière organique utilisée est du compost à base de résidus de sésame de la campagne précédente. La technique de compostage utilisée est le compostage en tas.

Après avoir nivelé, limité et tapissé à l'aide de feuillage de nimier (*Azadirachta indica* A. Juss.) l'aire de compostage, une première couche d'environ 30 cm est d'abord formée par les résidus de sésame. Cette couche est arrosée et légèrement tassée puis recouverte d'un mélange de bouses de vache et de fiente de poule d'environ 10 cm. Cette succession d'opération est répétée 4 fois. Après la constitution du tas, il est recouvert par une bâche. Un retournement est effectué toutes les 3 semaines. Le processus de compostage a duré 5 mois (d'avril à août).

II.2 Méthodes

II.2.1 Dispositif expérimental

Un dispositif expérimental en bloc Fisher (BCR) a été utilisé. Un champ de 840 m² (42 x 20) a été repartitionné en 3 blocs de 252 m² (42 x 6) chacun. Chaque bloc a reçu 4 traitements (Ga, Ri, T, PC) distribués aléatoirement suivant la pente du terrain. La superficie allouée à chaque parcelle élémentaire (chaque traitement) est de 51,84 m² (9,6 x 5,4).

La figure 10 illustre la répartition spatiale des traitements dans le champ.

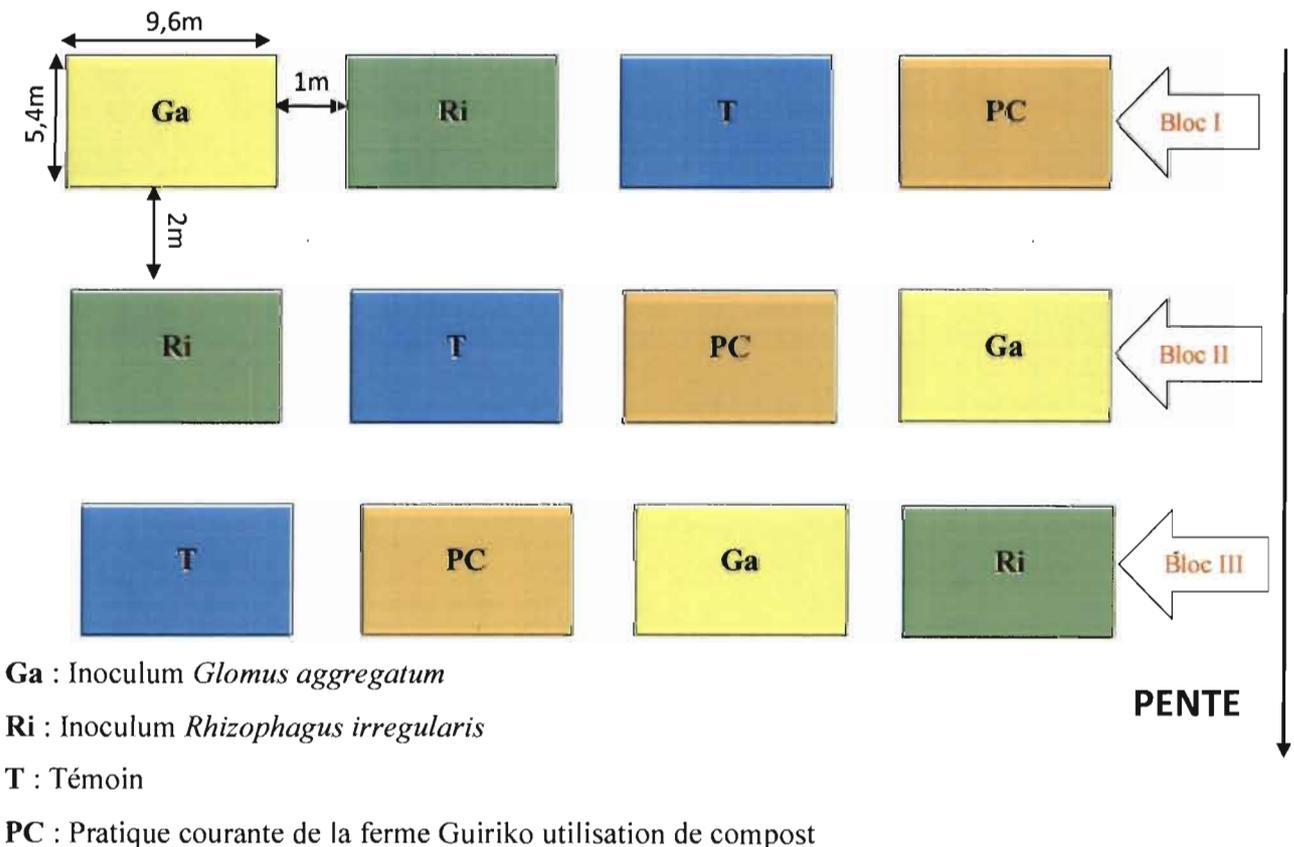


Figure 10 : Dispositif expérimental

➤ **Semis**

Un semis en ligne et en poquet a été réalisé manuellement. Les semences ont été au préalable mélangé à du sable fin et propre. La densité des parcelles élémentaires était de 432 plantes soit 2 pieds par poquet après le démariage (216 poquets x 2 plantes).

➤ **Application des traitements**

• **Inoculation**

L'inoculation a été faite au moment du semis à raison de 10 g d'inoculum à l'intérieur de chaque poquet pour les traitements Ga et Ri.

• **Amendement organique**

Le traitement PC a fait l'objet des pratiques que la ferme entreprend habituellement pour sa production biologique (utilisation de compost). Avant le semis, chaque traitement PC a reçu 2 brouettées de compost soit environ 150 kg/parcelle (environ 29 t/ha).

II.2.2 Evaluation des paramètres

Après le semis, un carré de rendement de 2,4 m x 2,4 m (5,76 m²) a été placé au milieu de chaque parcelle élémentaire. Chaque carré comporte 4 lignes et 6 rangées soit 24 poquets. Les observations et les différentes mesures ont été faites sur les plantes situés dans le carré de rendement.

Des échantillons de sol ont été prélevés sur chaque parcelle élémentaire avant le semis et après la récolte pour des analyses biologiques. Dans chaque parcelle, nous avons effectué 10 points de prélèvement suivant la diagonale des parcelles sur les 20 premiers centimètre de profondeur pour constituer un échantillon composite.

➤ **Hauteur des plantes**

La hauteur des plantes a été mesurée à l'aide d'un ruban métrique au cours du développement de la plante. Les mesures ont été effectuées tous les 7 jours à compter du 27^{ème} JAS.

➤ **Biomasse racinaire et aérienne**

Les prélèvements des échantillons de plantes pour l'évaluation de la biomasse aérienne et racinaire ont été faits les 45^{ème} et 54^{ème} JAS.

➤ **Nombre de capsules par plantes**

Le dénombrement des capsules a été fait le 80^{ème} JAS.

➤ **Rendement graine**

Le rendement graine a été estimé par la méthode des carrés de rendement. Après la récolte, les différents échantillons ont été séchés, vannés puis pesés avec une balance de précision.

Le rendement (rdt) du carré est calculé suivant la formule :

$$\text{rdt du carré} = \frac{\text{Poids total de graines dans le carré}}{\text{surface du carré}}$$

Les résultats ont été extrapolés à l'hectare (10.000 m²).

➤ **Taux et intensité de mycorhization**

La mise en évidence de l'infection endomycorhizienne a été réalisée par la coloration des racines fines des plantes selon la méthode de Philips et Hayman (1970). L'observation a été faite au microscope photonique.

Les racines fines conservées dans des tubes contenant du KOH à 10 % sont placées dans un bain-marie à 90 °C pendant une heure. Le KOH est ensuite versé et les racines sont ensuite abondamment rincées à l'eau du robinet.

Cette opération permet de vider les cellules de leur contenu cytoplasmique. Les racines ainsi décolorées sont ensuite plongées 30 minutes dans une solution de bleu trypan chauffée à 90 °C, permettant de colorer les structures fongiques. Un léger rinçage à l'eau permet d'enlever le surplus de colorant.

Le taux et l'intensité de mycorhization ont été évalués en deux étapes : au stade floraison-fructification (54^{ème} JAS) et à la récolte (86^{ème} JAS).

Après coloration des échantillons, des préparations ont été faites à partir desdits échantillons pour des observations au laboratoire. Ces derniers sont montés entre lame et lamelle pour observation. Les fragments sont observés au microscope optique au grossissement (Gx100). La présence dans la racine d'hyphes, de vésicules et/ou d'arbuscules permet de classer la plante comme mycorhizée.

Le taux de mycorhization ou fréquence d'infection des racines d'une plante (F %) et l'intensité globale de mycorhization (I %) ont été estimées par la méthode de Trouvelot *et al.* (1986). Le degré de colonisation endomycorhizienne de chaque fragment a été estimé selon un barème constitué de six classes notées de 0 à 5 comme le montre la figure 11.

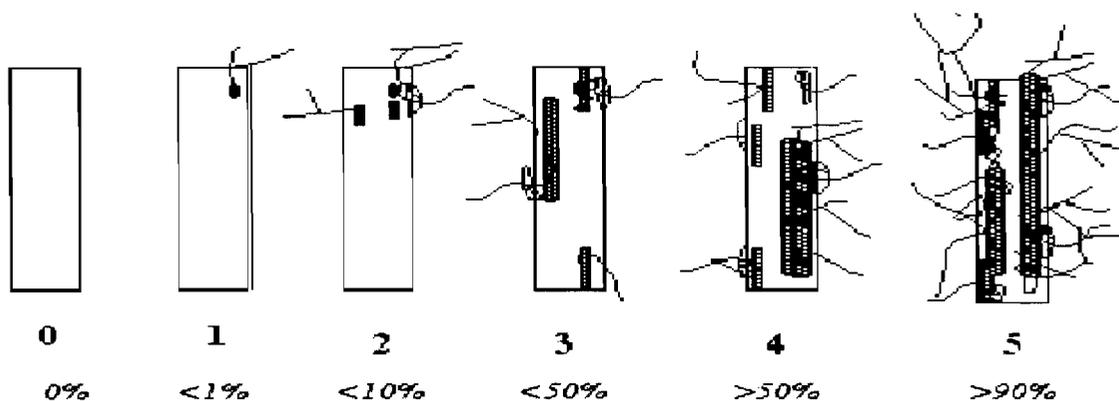


Figure 11: Notation de l'infection mycorhizienne classée de 0 à 5 (Trouvelot *et al.*, 1986).

- Fréquence de mycorhization du système racinaire notée F en pourcentage s'est calculée comme suit :

$$F (\%) = \frac{\text{nombre de fragments mycorhizés}}{\text{nombre total de fragments observés}} \times 100$$

- Intensité de mycorhization du système racinaire notée I en pourcentage s'est calculée comme suit :

$$I (\%) = \frac{95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1}{\text{nombre total de fragments observés}}$$

n1 = nombre de fragments ayant reçu la note notée 1

n2= nombre de fragments ayant reçu la note notée 2

n3= nombre de fragments ayant reçu la note notée 3

n4= nombre de fragments ayant reçu la note notée 4

n5= nombre de fragments ayant reçu la note notée 5 (Trouvelot *et al.*, 1986).

➤ Analyse biologique du sol.

Les échantillons de sol prélevés avant et après la mise en place de la culture ont servis à l'évaluation de la biomasse microbienne et du dégagement de CO₂ au laboratoire de microbiologie du DEF/INERA Ouagadougou.

- **Biomasse microbienne (BM)**

La méthodologie est inspirée de la technique mise au point par Jenkinson et Powlson (1976) et modifiée par Chaussod et Nicolardot (1982). Les mesures de dégagement de CO₂ ont été effectuées tous les jours, pendant une semaine, puis tous les deux jours, jusqu'au 21^{ème} jour, sur des échantillons de sol fumigés (F) et non fumigés (nF). La fumigation a consisté, après homogénéisation de l'échantillon de sol, à déposer 100 g dans un dessiccateur contenant du

chloroforme débarrassé de l'éthanol après plusieurs lavages à l'eau. A l'aide d'une pompe à vide, on crée un vide dans le dessiccateur en vue de saturer l'atmosphère par les vapeurs de chloroforme. A l'issue d'environ 24 heures de fumigation, ces vapeurs sont évacuées en procédant à 4 ou 5 vides successifs. Les sols fumigés ou non sont mis à incuber à la température de 30°C et des échantillons sont prélevés après 7 et 14 jours pour être dosés. Le carbone de la biomasse microbienne (BM) est obtenu selon la formule suivante :

$$BM = \frac{[F(0-7) - F(7-14)]}{Kc}$$

BM : biomasse microbienne exprimée en mg/100 g sol

F (0-7) : représente le carbone mg/kg du CO₂ dégagé par l'échantillon fumigé entre 0 et 7 jours d'incubation

F (7-14) : représente le carbone en mg/kg du CO₂ dégagé par l'échantillon fumigé entre 7 et 14 jours d'incubation.

Kc : est un coefficient de proportionnalité représentant la fraction de carbone minéralisable du compartiment « biomasse microbienne ». Il dépend du type de sol. Sa valeur moyenne est égale à 0,41.

- **Test respirométrique**

Dans le sol, les sources énergétiques sont soumises à la biodégradation dont le terme ultime est la production de CO₂, c'est-à-dire, la minéralisation de la matière organique. Ce dégagement de CO₂ quantifié fournit des indications précieuses sur l'activité globale des sols étudiés. La technique de mesure est celle développée par Dommergues (1960). Elle consiste à introduire 100 g de sol tamisé à 2 mm et humidifié aux 2/3 de sa capacité de rétention dans un bocal en verre d'un litre. On y place également un bécher contenant 20 ml de soude (NaOH) 0,1 N et un récipient contenant de l'eau distillée. Le bocal est hermétiquement fermé et mis à incuber à 29°C. Le CO₂ dégagé est piégé par la soude et dosé par titration, avec du HCl 0,1N en présence de la phénolphtaléine, après précipitation préalable du bicarbonate de sodium par 2 ml de chlorure de Baryum (BaCl₂) à 3%. L'expérience d'incubation a duré 21 jours. Le dégagement de CO₂ a été mesuré quotidiennement la 1^{ère} semaine, puis tous les 2 jours, à partir de la 2^{ème} semaine d'incubation. La quantité (Q) de CO₂ dégagée, et partant, du carbone minéralisé est donnée par la formule suivante (Dommergues, 1968) :

$$Q = (V1 - V2) \times 2,2$$

Q : Quantité de CO₂ dégagée en mg/100g de sol

V1 = volume moyen de HCl 0,1N utilisé pour le témoin.

V2 = volume moyen HCl 0,1N utilisé pour les traitements.

II.2.3 Analyse statistique

Le logiciel R version 3.2.4 a été utilisé pour l'analyse statistique des données. Le test de Student-Newman-Keuls a été utilisé pour la séparation des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité $p=5\%$. La conception des graphiques a été faite à l'aide du logiciel Microsoft EXCEL 2016.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

I.1 Hauteur des plantes

Au cours de l'expérimentation, la hauteur des plantes a été mesurée hebdomadairement. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau I.

La taille des plantes a évolué continuellement tout au long du cycle végétatif du sésame. L'analyse de variance montre que du 27^{ème} JAS au 54^{ème} JAS, la croissance des plantes inoculées avec *R. irregularis* variait très peu par rapport à celle des plantes inoculées avec *G. aggregatum* et des plantes non inoculées. Au 47^{ème} JAS, la taille des plantes inoculées avec *G. aggregatum* dépassait significativement celle du traitement témoin, mais évoluait dans le même sens que celle du traitement PC avec des hauteurs maximales respectives de 40,85 et 42,95 cm. Du 60^{ème} au 82^{ème} JAS la croissance s'est ralentie aussi bien chez les plantes inoculées que chez les plantes non inoculées. Aucune différence significative n'a été observée chez tous les traitements durant cette phase.

Tableau I : Evolution de la hauteur des plantes (cm) en fonction des traitements.

Trt	27 JAS	47 JAS	54 JAS	60 JAS	67 JAS	74 JAS	82 JAS
Ga	6,56±0,78 ^a	40,85±5,89 ^a	76,67±8,62 ^a	83,61±9,12	93,02±11,34	94,98±12,21	95,48±13,40
Ri	4,02±1,56 ^b	24,44±9,17 ^c	57,45±14,75 ^b	68,82±13,56	80,63±13,78	84,18±18,25	82,57±14,60
T	6,57±1,86 ^a	31,95±9,76 ^b	70,54±18,42 ^a	81,44±17,76	88,31±16,58	88,44±16,33	91,74±16,59
PC	7,98±2,54 ^a	42,95±9,22 ^a	79,76±12,47 ^a	86,44±8,24	94,61±10,54	93,20±9,91	96,07±11,63
CV(%)	14,18	9,06	8,42	8	5,67	7,11	7,2
Pr.	0,008	0,012	0,015	0,05	0,052	0,25	0,13
Sing.	HS	S	S	NS	NS	NS	NS

Ga = *Glomus aggregatum*, *Ri* = *Rhizophagus irregularis*, *T* = témoin, *PC* = Pratique courante

CV = Coefficient de variation, *Pr.* = Probabilité, *Sing.* = Significativité, *HS* = Hautement

Significatif, *S* = Significatif, *NS* = Non Significatif, *Trt.* = Traitements

Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

I.2 Biomasse racinaire et aérienne

Le tableau II indique la dynamique de la biomasse aérienne et racinaire au cours du développement des plantes de sésame.

Les résultats montrent une augmentation régulière des biomasses aérienne et racinaire du 45^{ème} au 54^{ème} JAS. D'une manière générale, l'analyse statistique révèle que l'inoculation avec *R. irregularis* n'a eu aucun effet significatif sur les biomasses aérienne et racinaire du sésame. Cependant, le traitement Ga augmente significativement la biomasse totale sauf la biomasse aérienne au 45 JAS. Les quantités maximales de biomasses ont été obtenues chez le traitement PC avec des moyennes allant de 5,55 g à 10,61 g pour la biomasse aérienne et 1,36 g à 1,85 g pour la biomasse racinaire.

Tableau II : Biomasse aérienne et racinaire

Traitements	Biomasse aérienne (g)		Biomasse racinaire (g)	
	45 JAS	54 JAS	45 JAS	54 JAS
Ga	4,11±0,15 ^b	7,75±0,49 ^b	0,81±0,09 ^b	1,13±0,12 ^b
Ri	2,49±0,43 ^c	4,02±0,22 ^d	0,54±0,03 ^c	0,56±0,24 ^c
T	4,01±0,04 ^b	5,42±0,11 ^c	0,53±0,03 ^c	1,08±0,12 ^b
PC	5,55±0,20 ^a	10,61±0,31 ^a	1,36±0,09 ^a	1,85±0,05 ^a
CV(%)	4,9	3,2	6,6	11,1
Pr.	0,000	0,000	0,000	0,000
Sing.	HS	HS	HS	HS

Ga = Glomus aggregatum, Ri = Rhizophagus irregularis, T = témoin, PC = Pratique courante
CV = Coefficient de variation, Pr. = Probabilité, Sing. = Significativité, HS= Hautement
Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif.

Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

I.3 Nombre de capsules par plante et rendement graine du sésame

Le tableau III présente le nombre moyen de capsules par plante et le rendement graine du sésame.

Le nombre de capsules produit par plante ne diffère pas significativement entre les plantes inoculées avec *G. aggregatum* et celles traitées au compost. Les plantes inoculées avec *G. aggregatum* produisent plus de capsules (54,7 capsules/plante) que les plantes inoculées avec *R. irregularis* (30,96 capsules/plante). En ce qui concerne le rendement graine, les résultats montrent que l'inoculation avec *G. aggregatum* a eu un effet significatif sur la production du sésame. Les tests statistiques montrent que la production maximale est obtenue respectivement avec le traitement PC et Ga. En outre le rendement obtenu avec *R. irregularis* est statistiquement inférieur (298,49 kg) au témoin non inoculé (T) et aux autres traitements.

Tableau III : Nombre moyen de capsules et rendement graine

Traitements	Nombre de capsules/plante	Rendement graine (kg/ha)
Ga	54,7±7,62 ^a	362,27±17,95 ^b
Ri	30,96±1,32 ^c	248,49±6,34 ^d
T	43,2±5,56 ^b	315,51±9,38 ^c
PC	58,13±2,53 ^a	422,46±28,67 ^a
CV(%)	10,5	5,80
Pr	0,001	0,000
Sing.	HS	HS

Ga = Glomus aggregatum, Ri = Rhizophagus irregularis, T = témoin, PC = Pratique courante
CV = Coefficient de variation, Pr. = Probabilité, Sing. = Significativité, HS= Hautement
Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif.

Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

I.4 Taux et intensité de mycorhization

La fréquence et l'intensité de mycorhization ont été évaluées pendant la fructification et après la récolte. Les résultats ainsi obtenus sont consignés dans le tableau IV.

Les observations microscopiques des tissus racinaires des plantes de sésame inoculées et non inoculées ont révélé la présence de CMA pendant la phase de fructification et à la récolte. L'intensité de mycorhization est très faible pour les plantes de sésame inoculées et non inoculées. Elle varie entre 8,65 % et 22,72 % de la fructification à la récolte. L'intensité de mycorhization des plantes inoculées avec *R. irregularis* et *G. aggregatum* ne diffère pas statistiquement par rapport aux traitements PC et T au seuil de 5 %. D'une manière générale, la

fréquence de mycorhization diminue de la fructification à la récolte. Il n'existe aucune différence significative entre les traitements à la récolte. Lors de la fructification, le taux de colonisation est maximal chez *R. irregularis* avec une fréquence de 91,55 %. Cette dernière diffère significativement des autres traitements.

Tableau IV : Fréquence et intensité de mycorhization des plantes de sésame.

Traitements	Fructification		Récolte	
	Fréquence (%)	Intensité (%)	Intensité (%)	Fréquence (%)
Ga	82,66 ±3,05 ^b	15,15±0,63 ^{ab}	10,71±1,26	74,33±3,78
Ri	91,55 ±1,01 ^a	22,72 ±0,12 ^a	10,38±0,32	69,66±4,93
T	85,55± 3,9 ^b	15,71±0,51 ^{ab}	9,78±1,30	74±3,6
PC	76,66±4,05 ^c	8,65±0,75 ^b	8,74±1,22	70,66±3,21
CV(%)	2,84	22,95	10,01	5,33
Pr.	0,001	0,01	0,18	0,41
Sing.	HS	S	NS	NS

Ga = Glomus aggregatum, Ri =Rhizophagus irregularis, T = témoin, PC = Pratique courante
CV = Coefficient de variation, Pr. = Probabilité, Sing. = Significativité, HS= Hautement
Significatif, S = Significatif, NS = Non Significatif.

Dans la même colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Student-Newman-Keuls.

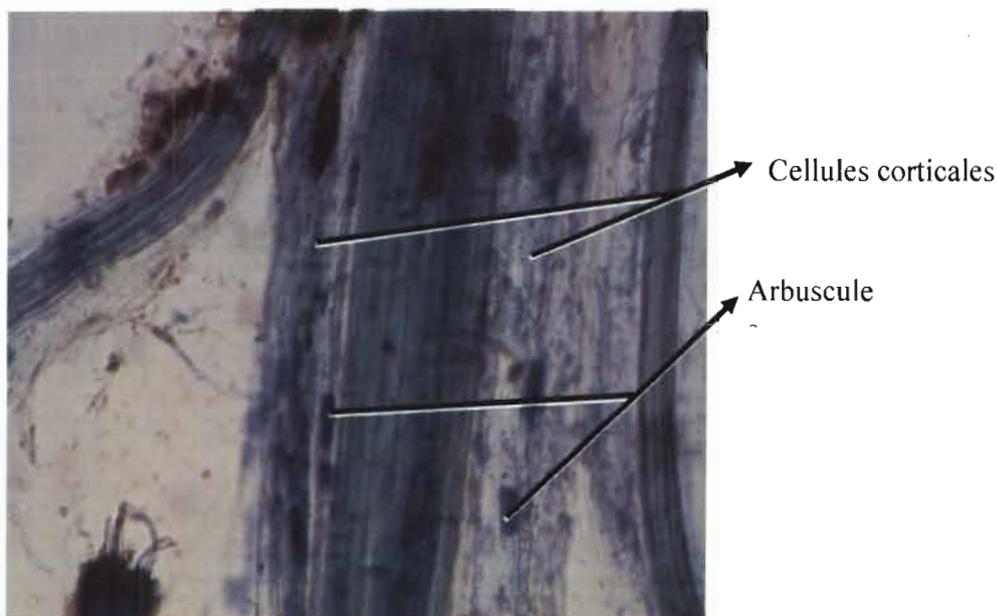


Figure 12 : Racine de sésame mycorhizée (Zoungana, 2016)

I.5 Analyse biologique

I.5.1 Biomasse microbienne du sol

La figure 13 résume l'évolution de la biomasse microbienne en mg/100 g de sol avant et après l'essai.

Les résultats montrent que la biomasse microbienne dans les traitements augmente au cours de l'essai. Cependant, l'analyse de variance (ANOVA) montre que cette évolution n'est pas significativement différente entre les traitements et au cours de l'essai au seuil de 5 %.

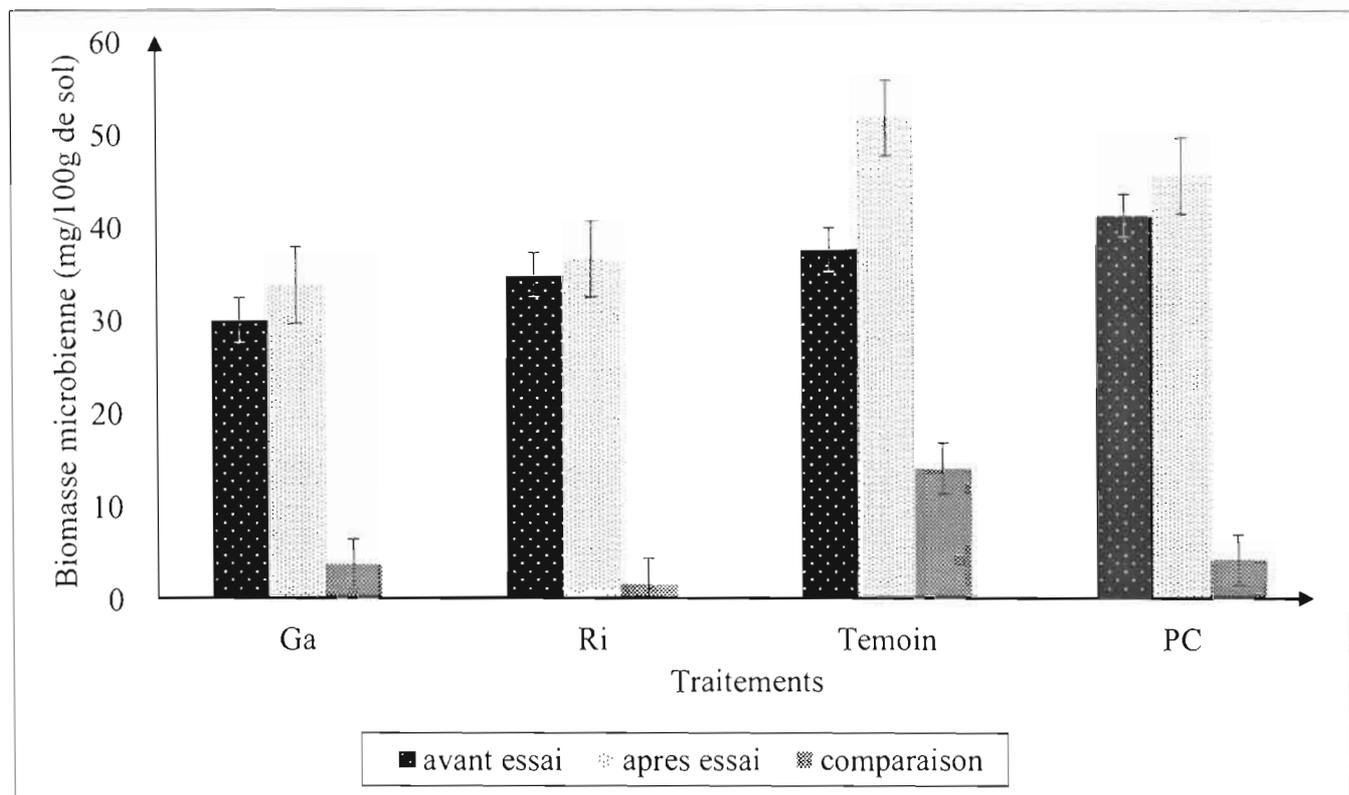


Figure 13 : Evolution de la biomasse microbienne durant l'essai en fonction des traitements.

I.5.2 Test respirométrique

Les figures 14 et 15 représentent les cumuls des quantités de CO₂ dégagé respectivement avant et après la mise en place de la culture.

Les résultats montrent une évolution croissante du dégagement de CO₂ dans tous les traitements mais l'analyse de variance n'a relevé aucune différence significative entre les traitements excepté le traitement PC. Seul l'apport du compost a amélioré de façon significative la quantité de CO₂ dégagé dans le sol. Cet apport double pratiquement la quantité de CO₂ dégagé avant

l'essai. Par exemple pour le 7^{ème} jour d'incubation, elle passe de 74,12 à 112,89 mg/100 g de sol.

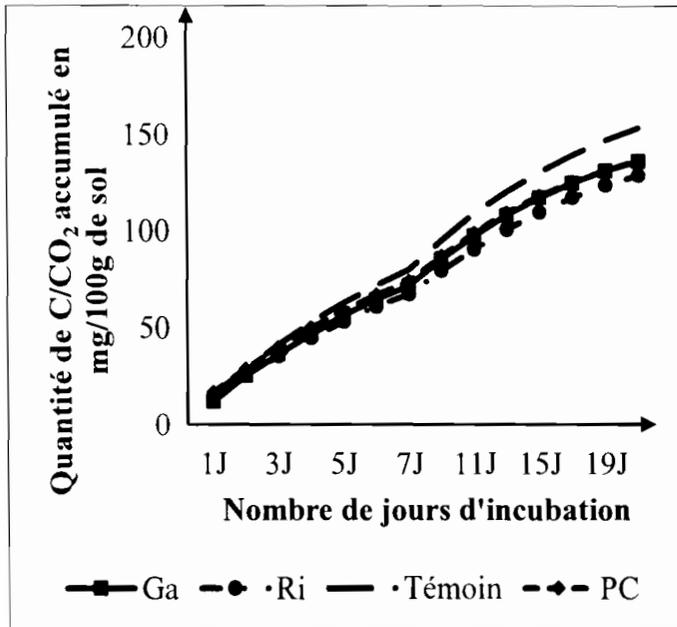


Figure 14 : Courbe d'évolution de la quantités cumulées de C/CO₂ dégagé par le sol avant la mise en place de la culture

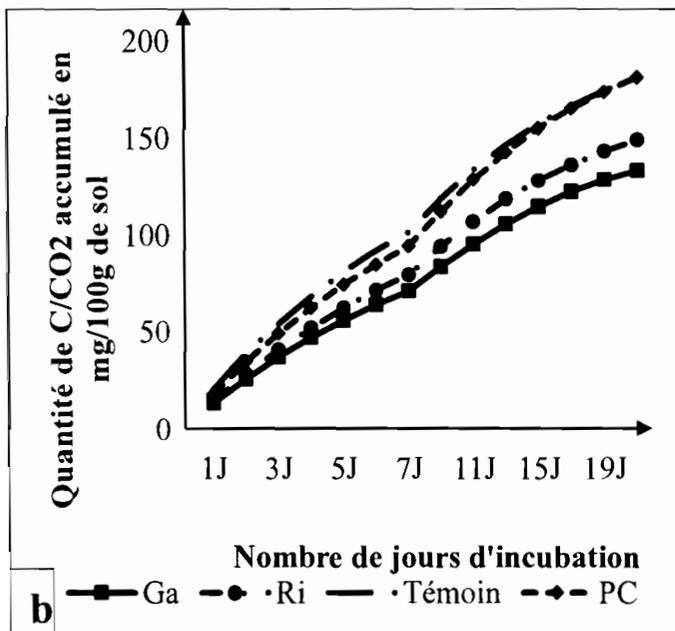


Figure 15 : Courbe d'évolution de la quantités cumulées de C/CO₂ dégagé par le sol après récolte

II. Discussion

II.1 Effets comparés des différents traitements sur le développement végétatif du sésame

L'évolution continue des plantes de sésame tout au long du cycle végétatif est une caractéristique intrinsèque de l'espèce végétale. Les plantes de sésame ont été plus sensibles à l'effet de *G. aggregatum* que de *R. irregularis*. Il s'agit là probablement d'une affinité d'hôte et/ou d'une adaptation écologique étant donné que les 2 champignons n'ont pas la même provenance écologique. L'influence des facteurs climatiques sur la mycorhization a été largement démontrée par plusieurs auteurs. En effet, les travaux menés par Diop *et al.* (2013) sur les impacts des conditions pédoclimatiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à l'inoculation endomycorhizienne avec *R. irregularis* ont montré que la réponse des plantes à l'inoculation avec *R. irregularis* différait fortement en fonction des caractéristiques pédoclimatiques du milieu. Aussi, Hijri *et al.* (2006) ont montré également que la nature du sol et le type de culture peuvent interférer sur l'activité des CMA.

Dès le début du cycle du sésame jusqu'à la phase de floraison-fructification (54^{ème} JAS), l'inoculation des plantes avec *G. aggregatum* a marqué un effet positif sur leur croissance. D'une manière générale, l'inoculum *G. aggregatum* a accru significativement la biomasse aérienne, racinaire ainsi que le rendement graine. La présence de *G. aggregatum* dans le sol a certainement amélioré la capacité de la plante à absorber l'eau et les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance. Les différences observées entre les plantes inoculées avec *G. aggregatum* et le témoin illustre bien ce fait. Nos résultats corroborent ceux de Diouf *et al.* (2009) et de Leye *et al.* (2009). Ces derniers ont montré respectivement que l'inoculation endomycorhizienne avec le genre *Glomus* accroît la productivité du sésame et du *Jatropha curcas* L. Egalement Haro *et al.* (2015) ont montré que l'inoculation des plantes de niébé avec le genre *Glomus* améliore significativement la croissance en hauteur et la biomasse totale.

Les CMA améliorent effectivement la capacité nutritionnelle de la plante, notamment en phosphore et l'absorption de l'eau grâce au développement d'un réseau mycélien tellurique (Harley et Smith, 1983) augmentant ainsi les surfaces et les volumes d'absorption des racines mycorhizées. Leur inoculation dans le sol est l'un des moyens biologiques permettant à la culture de résister à certains stress biotique et abiotique et d'accroître considérablement sa productivité (Fortin *et al.*, 2009).

Par contre la relation mutualiste entre le champignon *R. irregularis* et son hôte n'a pas été bénéfique pour le développement du sésame malgré son taux de mycorhization élevé (91,55 % à la fructification et 69,66 % à la récolte). La croissance des plantes de sésame n'est donc pas forcément liée à l'intensité et la fréquence de mycorhization de leur racine. Ces résultats sont en accord avec ceux de Hetrick *et al.* (1992). Ils ont montré que la croissance des plantes n'est pas forcément liée au degré de colonisation de leurs racines par les CMA. Egalement, Diatta *et al.* (2013) ont montré que l'inoculation n'a pas eu d'effet significatif sur la croissance des plantes de sésame en milieu réel.

Les résultats des CMA indigènes présent sur le site d'étude observés chez les plantes non inoculées expérimentalement se sont avérés plus intéressants que ceux de la souche *R. irregularis*. Les performances des souches de CMA indigènes du Burkina Faso ont été démontrées par Haro *et al.* (2012). Ces derniers ont montré que l'utilisation de souches indigènes provenant de Yakouta, Talé Mossi et Soumousso du Burkina Faso conviendrait mieux pour la culture du niébé notamment la variété K VX 396-4-5-2D que les souches mono spécifiques exotiques.

La faible réponse des plantes de sésame à l'inoculum *R. irregularis* sur tous les paramètres étudiés par rapport aux plantes non inoculées pourrait s'expliquer également par la présence de ces souches indigènes de CMA dans le sol. En effet, Cornet et Diem (1982) ont montré que la compétition de colonisation du cortex racinaire exercée par les CMA indigènes du sol peut empêcher celle des CMA introduites inhibant ainsi leur effet. Selon ces auteurs, les propagules de CMA indigènes sont réparties dans toute la masse du sol ce qui leur confère un avantage important sur le champignon introduit, qui est appliqué en un seul point.

II.2 Effets comparés des différents traitements sur les paramètres de mycorhization et le rendement graine du sésame

L'établissement de la symbiose endomycorhizienne dépend entre autres du niveau de fertilité du sol, de la morphologie du système racinaire et de la richesse microbienne du sol. La faible intensité de mycorhization pourrait s'expliquer par les pratiques agro écologiques de la ferme Guiriko. Le mode d'agriculture biologique adopté par la ferme consiste à l'utilisation permanente de la fumure organique. La fertilité du terrain d'expérimentation due à l'arrière effet du compost a contribué à réduire l'intensité de mycorhization malgré les fortes fréquences de mycorhization obtenues. C'est ainsi que la plus faible valeur de l'intensité (8,65 % à la fructification et 8,74 % à la récolte) de colonisation mycorhizienne a été obtenue dans les

parcelles élémentaires ayant reçu le compost. Le plus souvent, l'intensité d'infection racinaire par les CMA est réduite quand le niveau de phosphore augmente dans le sol et devient ainsi directement assimilable pour la plante (Dickson *et al.*, 1999). En effet, plusieurs études menées entre autres par Gianinazzi (1982), Bâ *et al.* (2001), Hijri *et al.* (2006) et Breuillin *et al.* (2010) ont montré que le niveau de fertilité du sol surtout le taux élevé de phosphore inhibait la symbiose plante-CMA et dans certains cas éliminait l'effet des CMA.

Le rendement graine obtenu avec *G. aggregatum* (362,27 kg/ha) est significativement inférieur à celui du compost (422,46 kg/ha). Il se pourrait que le CMA *G. aggregatum* n'a pas pu exprimer toutes ses potentialités à cause de l'arrière effet du compost. Au regard des résultats obtenus avec *G. aggregatum*, si le niveau de fertilité joue en faveur d'un bon établissement de la symbiose, il pourrait donner de meilleurs résultats.

II.3 Effets comparés des différents traitements sur la fertilité biologique du sol

L'activité biologique évolue tout au long du cycle de la plante. Elle a été plus stimulée par l'ajout du compost. Ce composé constitue un biotope par excellence de microorganismes. En effet, l'apport de la matière organique stimule l'activité microbienne du sol. Ces résultats sont similaires à ceux de Naitormbaide (2012). Ce dernier avait montré que l'apport du fumier accroît l'activité microbienne contrairement aux engrais chimiques.

La diversité et l'abondance des microorganismes dans le sol sont des indicateurs de la fertilité biologique du sol. Des relations antagonistes ou mutualistes peuvent naître entre ces derniers affectant ainsi la fertilité du sol. Les CMA n'ont pas amélioré significativement la fertilité biologique du sol. Cependant, l'augmentation de la population microbienne au cours de l'essai révèle un effet synergique entre les CMA introduits, indigènes et les microorganismes du sol. L'amélioration de la fertilité biologique du sol en présence des CMA a été aussi démontrée par Fortin *et al.* (2009).

Conclusion et perspectives

L'étude de l'effet comparé des CMA *G. aggregatum* et *R. irregularis* sur le sésame en milieu réel a montré que l'inoculation des plantes par le CMA *G. aggregatum* en provenance du Burkina Faso améliore significativement les paramètres morphologiques et le rendement graine du sésame (variété S42) comparativement à l'inoculum *R. irregularis* du Sénégal.

Les plantes non inoculées ont été infectés naturellement par les CMA indigènes présents sur le site de l'expérimentation. Par ailleurs, ces derniers se sont révélés plus efficaces que la souche *R. irregularis* utilisée.

L'introduction des CMA exogènes peut s'avérer moins efficaces lorsque le niveau de fertilité du sol est acceptable pour une bonne production agricole.

De plus, les analyses statistiques ont montré que les souches *G. aggregatum* et *R. irregularis* n'influencent pas la biomasse microbienne.

Quant à l'activité biologique, elle est fortement stimulée par l'ajout du compost.

Ce présent travail n'a pas évalué la fertilité chimique du sol avant et après l'expérimentation. Elle aurait permis de mieux comprendre l'effet des CMA sur la symbiose et la croissance des plantes.

Egalement, la quantité (10 g) des inocula apportés dans chaque poquet est celle recommandée en conditions contrôlées. Des quantités plus importantes pourraient donner de meilleurs résultats.

Ainsi, il serait intéressant que les études ultérieures s'orientent vers :

- l'évaluation de différentes doses d'inoculum de *G. aggregatum* sur le rendement du sésame en milieu réel ;
- l'effet du CMA *G. aggregatum* sur l'évolution des macroéléments nutritifs (N, P, K) du sol dans le contexte du Burkina Faso ;
- l'effet des CMA dans les agrosystèmes fragiles tels que les « zipellés »;
- la comparaison de la productivité de la culture du sésame entre l'agriculture biologique basée sur l'utilisation des CMA et l'agriculture conventionnelle basée sur l'utilisation des engrais et pesticides ;
- l'isolement des morphotypes des CMA indigènes de Soumousso et la sélection des souches efficaces pour l'agriculture biologique.

Bibliographie

1. **Abbas Y.**, 2014. Microorganismes de la rhizosphère des Tétracélinales : un outil pour optimiser la régénération assistée du *Tetraclinis articulata*. Thèse de Doctorat Université Mohammed V faculté des sciences, Rabat, Maroc. 154p.
2. **Aroca R., Bago A., Sutka M., Paz J., Cano C., Amodeo G., Ruiz-Lozano J.** 2009., Expression analysis of the first arbuscular mycorrhizal fungi aquaporin described reveals concerted gene expression between salt stressed and non-stressed mycelium. *Molecular plant-microbe interactions: MPMI* 22: 1169–1178.
3. **Bâ A., Guisson T., Duponnois R., Planchette C., Sacko O., Sidibé D., Sylla K., Windou B.**, 2001. Mycorrhization contrôlée et fertilisation phosphatée : Application à la domestication du jujubier. *Fruits*. 56(4) : 261-269.
4. **Balergue C.**, 2012. Régulation de la symbiose endomycorhizienne par le phosphate. Thèse de Doctorat, Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales, Université Paul Sabatier - Toulouse III, Toulouse, France. 345p.
5. **Bécard G., Kosuta S., Tamasloukht M., Roux C.**, 2004. Partner communication in the arbuscular mycorrhizal interaction. *Canadian Journal of Botany* 82: 1186–1197.
6. **Besserer A., Bécard G., Jauneau A., Roux C., Séjalon-Delmas N.**, 2008. GR24, a synthetic analog of strigolactones, stimulates the mitosis and growth of the arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora rosea* by boosting its energy metabolism. *Plante Physiology* 148: 402–413.
7. **Bonfante-Fasolo P.**, 1984. Anatomy and morphology of VA mycorrhizae. En: Powell CL, Bagyaraj DJ (eds) VA mycorrhiza, CRC Press, Boca Raton, 5-33.
8. **Boulet R.**, 1976. Notice des cartes de ressources en sol de la Haute-Volta. ORSTOM, Paris, France. 93p
9. **Breullin F., Schramm J., Hajirezaei M., Ahkami A., Favre P., Druege U., Hause B., Bucher M., Kretschmar T., Bossolini E.**, 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in *Petunia hybrida* and represses genes involved in mycorrhizal functioning. *The Plante journal: for cell and molecular biology*. 64: 1002–1017.
10. **Cardoso I. M., Kuyper T. W.**, 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture, ecosystems et environment*. 116 : 172–184.
11. **Chaussod R., Nicolardot B.**, 1982. Mesure de la biomasse microbienne dans les sols cultivés. Approche cinétique et estimation simplifiée du carbone facilement minéralisable. *Revue d'écologie et de biologie des sols* 19 : 501-512.

12. **Cheng Y., Ma W., Li X., Miao W., Zheng L., Cheng B.,** 2012. Polyamines stimulate hyphal branching and infection in the early stage of *Glomus etunicatum* colonization. *World journal of microbiology et biotechnology* 28: 1615–1621.
13. **Cook C., Whichard L., Turner B., Wall M., Egley G.,** 1966. Germination of witch weed (*Striga lutea* Lour.): isolation and properties of a potent stimulant. *Science* 154: 1189–1190.
14. **Cornet F., Diem H.,** 1982. Etude comparative de l'efficacité des souches de Rhizobium d'Acacia isolées des sols du Sénégal et effet de la double symbiose Rhizobium *Glomus mosseae* sur la croissance de *Acacia holoserica* et *A. radiana*. *Bois For. Trop.*, 198: 3-15.
15. **Coudray J., Bouguerra M.,** 1994. Environnement en milieu tropical. Actualité scientifique : Scientifiques, Techniques et Médicales. Paris France. 195 p.
16. **Dehne H.,** 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plante pathogens. *Phytopathology*. 72: 1115-1118.
17. **Demars B. D., Broener R. E. J.,** 1995. A simple method for observing VAM with suggestions for designing class activities. *Journal of Biological Education*, 29 (3) : 209-214.
18. **Diatta M. O., Manzo L. O., Diouf M. P. R., Diop T.,** 2013. Effets de l'inoculation mycorrhizienne sur le sésame (*Sesamum indicum* L.) en conditions naturelles. *International Journal of Biological and Chimical Sciences*. 2051-2057.
19. **Dickson S., Smith S., Smith F.,** 1999. Characterization of two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Allium porum*: colonization, plante growth and phosphate uptake. *New Phytologist*. 44: 163-172.
20. **Diop I., Kane A., Krasova-Wade T., Sanon B. K., Houngnandan P., Neyra M., Noba K.,** 2013. Impacts des conditions pédoclimatiques et du mode cultural sur la réponse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à l'inoculation endomycorhizienne avec *Rhizophagus irregularis*. *Journal of Applied Biosciences* 69 : 5465-5474.
21. **Diouf M.,** 2002. Besoins en eau, croissance et productivité du sésame (*Sesamum indicum* L.) en zone semi-aride du Sénégal. Mémoire de titularisation, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Dakar, Sénégal. 58p.
22. **Diouf M., Boureima S., Diop T. A.,** 2009. Réponses de deux variétés de sésame à l'inoculation avec des champignons mycorrhiziens arbusculaire candidats. *Agronomie Africaine* 21(1): 37-47.
23. **Djigma A.,** 1983. Essai de définition d'un programme de sélection pour le rendement en graines du sésame (*Sesamum indicum* L.) en Haute Volta. Thèse de doctorat de 3^e cycle en agronomie, Université de Paris Sud, Paris, France. 134p.

24. **Dommergues Y.**, 1960. La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. *L'agronomie Tropicale* 15 (1) : 54 - 60.
25. **Evelin H., Kapoor R., Giri B.**, 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Annual Botany*. 104: 1263–1280.
26. **Fortin Ja., Plenchette C., Piche Y.**, 2009. Mycorrhizas: The New Green Revolution. *Multimondes Edition* : Québec, Canada. 140p.
27. **Fournier E., Bonderef J.**, 1983. Les produits antiparasitaires à usage agricole. Conditions d'utilisation et toxicologie. Tec. et doc. Lavoisier, Paris, France. 334p.
28. **Genre A., Chabaud M., Timmers A. C. J., Bonfante P., Barker D. G.**, 2005. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Elicit a Novel Intracellular Apparatus in *Medicago truncatula* Root Epidermal Cells before Infection. *The Plant Cell* 17: 3489–3499.
29. **Gianinazzi S.**, 1982. L'endomycorhization contrôlée en agriculture, en horticulture et en arboriculture : Problèmes et progrès. Les colloques de l'INRA, France. 231-243.
30. **Gianinazzi S.**, 1983. Relation entre les plantes et les microbes du sol. Mycorrhizes. Les colloques de l'INRA, France. 397p.
31. **Godfroy O.**, 2008. Etudes génétique et moléculaire de deux gènes de *Médicago truncatula*, DMI3 et RPG, contrôlant l'établissement de symbioses racinaires. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, Toulouse, France. 142p.
32. **Govindarajulu M., Pfeffer P., Jin H., Abubaker J., Doude D., Allen J., Bücking H., Lammers P., Shachar-Hill Y.**, 2005. Nitrogen transfer in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Nature* 435: 819–823.
33. **Greenpeace**, 2014. Piqure de rappel-vivre sans pesticides : solution pour une agriculture écologique. Greenpeace International, Pays Bas, Hollande. 64p.
34. **Guinko S.**, 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat ès Sciences. Tome I Université de Bordeaux III, Bordeaux, France. 312 p.
35. **Gutjahr C., Casieri L., Paszkowski U.**, 2009. *Glomus intraradices* induces changes in root system architecture of rice independently of common symbiosis signaling. *The New phytologist* 182:829–837.
36. **Harley J. L., Smith S. E.**, 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London and New York. 483p
37. **Haro H.**, 2011. Effet d'inoculum de champignons mycorrhiziens arbusculaires sur la productivité du niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Mémoire de DEA, Option : Biotechnologie Microbienne et Cellulaire. Université de Ouagadougou, Ouagadougou, Burkina Faso. 82p.

38. **Haro H.**, 2016. Optimisation des symbioses rhizobienne et mycorhizienne pour améliorer la productivité du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] au Burkina Faso. Thèse de Doctorat. Option : Sciences Biologiques Appliquées, Spécialité : Biotechnologies Microbienne et Cellulaire. Université Ouaga I Professeur Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso. 241p.
39. **Haro H., Sanon K. B., Diop I., Kane A., Dianda M., Houngnandan P., Neyra M., Traoré A. S.**, 2012. Réponse à l'inoculation mycorhizienne de quatre variétés de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] cultivées au Burkina Faso et au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*,6(5): 2097-2112.
40. **Haro H., Sanon K. B., Krasova-Wade T., Kane A., N'doye I., Traoré A. S.**, 2015. Réponse à la double inoculation mycorhizienne et rhizobienne du niébé (variété, K VX396-4-5-2D) cultivée au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(3) : 1485-1493.
41. **Hassan S., Mathesius U.**, 2012. The role of flavonoids in root-rhizosphere signalling: opportunities and challenges for improving plante-microbe interactions. *Journal of experimental botany* 63: 3429–44.
42. **Hetrick B., Wilson G., Cox T.**, 1992. Mycorrhizal dependency of modern wheat varieties, landraces and ancestors. *Canadian Journal of Botany*, 70: 2032-2040.
43. **Hijri M., Sycorova Z., Oehl F., Ineichen K., Mader P., Wiemken A., Redecker D.**, 2006. Communities of arbuscular mycorrhizal fungi in arable soils are not necessary low in diversity. *Mol. Ecol.* 15 : 2277-2289.
44. **Hildebrandt U., Janetta K., Bothe H.**, 2002. Towards Growth of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Independent of a Plant Host Towards Growth of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Independent of a Plant Host. 68p.
45. **Hildebrandt U., Regvar M., Bothe H.**, 2007. Arbuscular mycorrhiza and heavy metal tolerance. *Phytochemistry* 68: 139–146.
46. **Ibrango A.**, 2014. Analyse socio-économique de l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques dans les villages de Baré, Soumousso et Larama : rentabilité, impact sur la santé et l'environnement. Mémoire d'ingénieur, IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 65p.
47. **Isayenkov S., Mrosk C., Stenzel I., Strack D., Hause B.**, 2005. Suppression of allene oxide cyclase in hairy roots of *Medicago truncatula* reduces jasmonate levels and the degree of mycorrhization with *Glomus intraradices*. *Plante Physiology* 139: 1401–1410.
48. **Javot H., Penmetsa R., Terzaghi N., Cook D., Harrison M.**, 2007. A *Medicago truncatula* phosphate transporter indispensable for the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 1720–1725.

49. **Jenkinson D. S., Powelson D. S.**, 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8 (3): 209-213.
50. **Johnston P., Huxdorff C., Simon G., Santillo D.**, 2014. Les abeilles ont le bourdon : Analyse des résidus de pesticides retrouvés dans le pain d'abeille et le pollen piégé d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*) dans 12 pays européens. Laboratoires de recherche de Greenpeace, rapport technique 03-2014, Pays-Bas, Hollande. 11p.
51. **Laparre J.**, 2012. Elaboration d'une stratégie analytique pour l'identification de métabolites clés impliqués dans la symbiose mycorhizienne entre *Rhizophagus irregularis-Medicago truncatula*. Thèse de Doctorat Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales Université Paul Sabatier - Toulouse III, Toulouse, France. 138p.
52. **Lauressergues D., Delaux P-M., Formey D., Lelandais-Briere C., Fort S., Cottaz S., Bécard G., Niebel A., Roux C., Combiér J-P.**, 2012. The microRNA miR171h modulates arbuscular mycorrhizal colonization of *Medicago truncatula* by targeting NSP2. *The Plant journal: for cell and molecular biology* 72: 512–22.
53. **Le Tacon F.**, 1985. Les Mycorhizes : une coopération entre plantes et champignons. *La recherche* 166 :624–632.
54. **Leye E. H. M., Ndiaye M., Ndiaye B. F., Diallo Sarr A.S., Diouf M., Diop T.**, 2009 Effet de la mycorhization sur la croissance et le développement de *Jatropha curcas* L. *Revue des Energies Renouvelables* 12(2) 269-278.
55. **Maillet F., Poinot V., André O., Puech-Pagès V., Haouy A., Gueunier M., Cromer L., Giraudet D., Formey D., Niebel A.**, 2011. Fungal lipochitoooligosaccharide symbiotic signals in arbuscular mycorrhiza. *Nature* 469 58–63.
56. **Mairie/Karangasso-Vigué**, 2013. Plan de développement communal (PDC), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 85p.
57. **Malbreil M.**, 2014. La biologie du champignon mycorhizien à arbuscules *R. irregularis* DAOM 197198 à la lumière de la génomique et de la transcriptomique. Thèse de Doctorat Laboratoire de Recherche en Sciences Végétales, Université Paul Sabatier - Toulouse III, Toulouse, France. 265p.
58. **Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH.)**, 2008. Programme Développement de l'Agriculture (PDA) : rapport de pré diagnostic de la filière sésame, Ouagadougou, Burkina Faso. 20p.
59. **Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques (MAHRH)**, 2009. Programme Développement de l'Agriculture (PDA). Manuel de collecte de sésame conventionnelle et biologique. MAHRH, Ouagadougou, Burkina Faso. 32p.

60. **Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire (MASA)**, 2014. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2013/2014. MASA, Ouagadougou, Burkina Faso. 44p.
61. **Mohanty R. N., Sinha, S. K.**, 1965, Study of Variation in Some Quantitative Characters of Five Varieties of Sesamum of Grissa - *Indian Oilseeds*, 9: 104-8
62. **Naitormaide M.**, 2012. Incidence des modes de gestion des fumures et des résidus de récolte sur la productivité des sols dans les savanes du Tchad. Thèse de Doctorat, Spécialité : Système de production végétale, option : Science du sol, IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 171p.
63. **Nongana A.**, 1996. Contribution à l'étude de l'élaboration du rendement chez le sésame (*Sesamum indicum* L.) : Mise en place de la production pour différentes densités et dates de semis. Mémoire d'ingénieur, UPB/IDR, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 100p.
64. **Nyssens T.**, 2012. Détermination des densités de populations de CMA dans les systèmes bananiers de Martinique. Mémoire de bio-ingénieur en agronomie, Université Catholique de Louvain, Belgique. 96p.
65. **Organisation Météorologique Mondiale (OMM)**, 1991.-Agrométéorologie opérationnelle : Recueil de notices phénologiques, OMM, Genève, Suisse. 258p.
66. **Ouattara B.**, 1985. Etude de la variabilité dans une collection de sésame (*Sesamum indicum* L). Mémoire de fin d'études, ISP/UO, Ouagadougou, Burkina Faso 77p.
67. **Ouattara B., Savadogo P. W., Traoré O., Koulibaly B., Sédogo M. P., Traoré A. S.**, 2010. Effet des pesticides sur l'activité microbienne d'un sol ferrugineux tropical du Burkina Faso. *Cameroon Journal of Experimental Biology*. 6(1) : 11-20.
68. **Philips J. M., Hayman D. S.**, 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 55: 158-160.
69. **Redecker D., Kodner R., Graham L.**, 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. *Science* 289 : 1920-1921.
70. **Remy W., Taylor Tn., Hass H., Kerp H.**, 1994 Four hundred-million year-olds vesicular arbuscular mycorrhizae. *Proc Natl Acad Sci USA* 91:11841–11843.
71. **RONGEAD.**, 2013a. Le sésame au Burkina Faso. Livret 1 : généralités sur le sésame au Burkina Faso : Etat des lieux. Ouagadougou, Burkina Faso. 8p.
72. **RONGEAD.**, 2013b. le sésame au Burkina Faso. Livret 2 : production et semences, Ouagadougou, Burkina Faso. 20p
73. **Sanou A. K.**, 2009. Impact des polluants Organiques Persistants (POPs) dans la gestion durable

- des sols dans la zone périurbaine de Ouagadougou. Mémoire d'ingénieur, IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 108p.
74. **Schenck N. C., Smith G. S.**, 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. *Mycologia* 74:77-92.
 75. **Schübler A., Schwarzott D., Walker C.**, 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological research* 105: 1413–1421.
 76. **Smith S., Read D.**, 2008. Mycorrhizal Symbiosis. London Academic Press, 3rd edition
 77. **Smith S., Smith F., Jakobsen I.**, 2003. Mycorrhizal Fungi Can Dominate Phosphate Supply to Plants Irrespective of Growth Responses. *Plant physiology* 133: 16–20.
 78. **Stockinger H., Walker C., Schübler A.**, 2009. *Glomus intraradices* DAOM197198, a model fungus in arbuscular mycorrhiza research, is not *Glomus intraradices*. *The New phytologist* 183: 1176–1187
 79. **Thiombiano L.**, 2000. Etude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso. Thèse d'Etat, Université Cocody, Volume I, Abidjan. RCI. 209p.
 80. **Tirado R., Simon G., Johnston P.**, 2013. Le déclin des abeilles – analyse des facteurs qui mettent en péril les pollinisateurs et l'agriculture en Europe. Laboratoires de recherche de GREENPEACE. Rapport technique 01-2013, Pays-Bas, Hollande. 48p
 81. **Toé A. M.**, 2003. Limites maximales des résidus de pesticides dans les produits agricoles d'exportation dans trois pays du CILSS- Etude du Burkina Faso : Rapports techniques. 56 p.
 82. **Toé A. M., Guissou P., Hema O. S.**, 2002. Contribution à la Toxicologie Agro-Industrielle au Burkina Faso. Etude des intoxications d'agriculteurs par des pesticides en zone cotonnière du Mouhoun. Résultats, analyse et propositions de prise en charge du problème. *Revue de médecine de travail*, tome XXIX, numéro unique, 59-64.
 83. **Trouvelot A., Kough J. L., Gianinazzi-Pearson V.**, 1986. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. *Mycorrhizae : Physiology and genetics*. ESM Dijon, 1-5 july 1985, INRA, Paris, France.
 84. **Weiss E. A.**, 1971. Castor, sesame and safflower. Leonard Hill Books Eds., London, England. 901p.
 85. **Whipps J. M.**, 2004. Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. *Canadian Journal of Botany* 82: 1198–1227.
 86. **WORLD BANK**, 2016. Database: table 3.2 World Development Indicators: Agricultural inputs. 6p

Webographie

<http://www.fao.org> consulté en août 2015

www.invam.com consulté le 18/04/2016

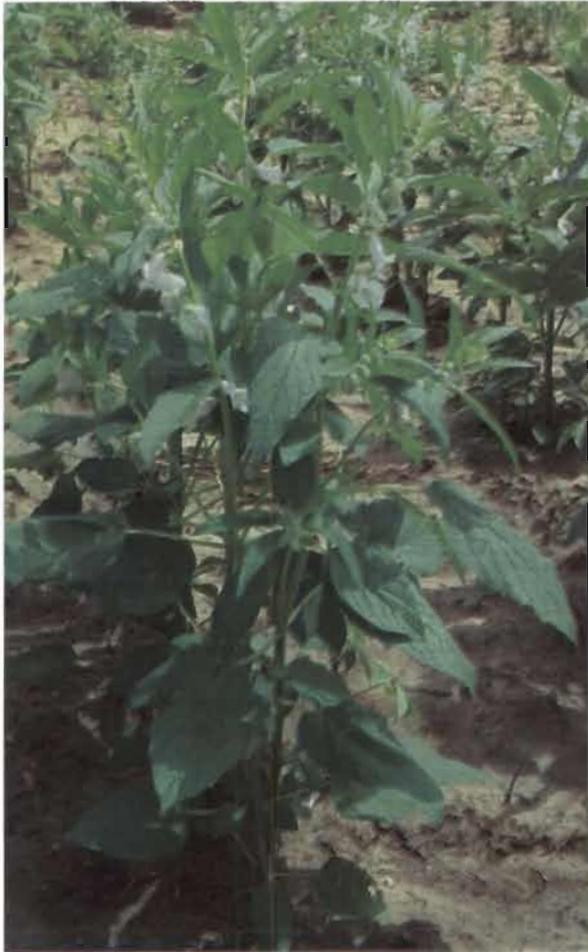
<http://www.zor.zut.edu.pl> consulté le 18/04/2016

www.google.bf/image consulté le 18/04/2016

www.wikimedia.com consulté le 17/05/201

Annexe

Annexe I : Sésame variété S42 en culture début de la floraison (Zoungrana, 2016)



Annexe II : Aire du Compostage en tas (Zoungrana, 2016).



Annexe III : Fiche technique de la variété de sésame

FICHE TECHNIQUE DE LA VARIETE DE SESAME

38-1-7 ; 32-15 ; S-42

Précédent cultural : indiffèrent

Type de sol : Le sésame n'aime pas l'hydromorphie, il préfère les sols profonds, mais peut s'accommoder des sols ferrugineux.

- **Variétés**

Noms des variétés.

- 38-1-7 : création du Burkina, couleur dominante crème

-32-15 : création du Burkina, couleur crème

-S-42 : (Jalgon 128) création de l'Inde, couleur blanche

Cycle : 80-100 jours

Poids de 1000 graines : 3-5 grammes

Hauteur de la plante : 90 cm

Hauteur d'eau nécessaire : 400 mm

- **Semis**

Bien labourer le terrain avant de semer

Semer a raison de 5-6 graines par poquet et procéder a un démariage 15

JAS (2/poquet)

à plat à écartement de 60 x 20 cm (167 000 pieds / ha)

sur billons à écartement de 80 x 20 cm (12 600 pieds / ha)

Poids de graines semences/ha : 3-5 kgs

Dose d'engrais : 80-100kg/ha de NPK au billonnage ou au semis

Semis : 15 – 30 juillet

- **Entretien** : Effectuer un premier sarclage 15 -21 jours après semis

Butter pour éviter la verse de la floraison

Traiter les plantes au début de floraison avec du Décis a la dose de 1 l / ha

(40 ml de produit pour 20 litre d'eau)

- **Récolte**

Le sésame ne doit pas terminer son cycle au champ ; cela éviterait non seulement les graines de noircir, mais de verser.

On récolte dès que les premières capsules du bas des pieds deviennent brunes et s'entrouvrent et que les feuilles commencent à jaunir

Couper les pieds à faucille, faire des bottes et les adosser les unes contre les autres ; (Les graines en haut) dans un endroit propre et désinfecter pour favoriser la ventilation.

Après 10 jours de séchage les pieds ont fini de murir et peuvent être battu légèrement avec un bâton ;

- **Stockage**

Traiter la récolte contre les parasites éventuels et l'entreposer dans un endroit sec

La récolte peut être traitée par fumigation à l'aide de la K-Othrine.

Rendement : 1000 -1500 kg / ha

Point particulier :

Teneur en huile : 53-58 p.c

Le sésame conserve son pouvoir germinatif deux ans au minimum



Programme Oléo-protéagineux