

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة

الشاذلي بن جديد
الطارف



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

كلية علوم الطبيعة و الحياة
شعب البيولوجيا



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2
Recherche

« Biotechnologie et valorisation des plantes »

THÈME

***Comparaison de l'abondance des spores des champignons
mycorhiziens chez l'arachide dans la station d'EL Tarf et la station
de Zitouna au niveau de la wilaya d'EL Tarf (Nord est Algérien)***

Présenté Par: *Cheloufi Sendes*

Boukhatim Balsam Rayene

Devant le jury composé de:

Dr. Fellah Imene	MCB	Présidente	UCBET
Dr. Mouissi Samia	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. Touil Wided	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2022 - 2023

REMERCIEMENTS

*Après avoir remercié **ALLAH** Le tout puissant.*

*Je tiens à remercier très vivement **Mme Touil Wided** pour sa rigueur, sagénérosité, son savoir, son aide précieuse, ses critiques constructives et aussi pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de m'encadrer et de mener ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de mon profond et sincère respect.*

*Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury: **Mme felleh imane** et **Mme Mouissi Samai** pour l'intérêt qu'ils ont porté à cette recherche et pour m'avoir honoré en me consacrant un peu de leur temps précieux et en acceptant d'examiner ce travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

J'exprime mes profonds remerciements à mes amies : pour l'aide compétente qu'ils m'ont apportée et pour leurs encouragements.

Je remercie toute ma famille pour leur amour et leur soutien constant.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

A mes très chers parents

Je vous dédie premier fruit en reconnaissance de vos sacrifices Et en témoignage de la profondeur des sentiments que j'éprouve à votre Egard.

A le plus cher à mes frères et sœurs Bilal Chawki Nora Donai kawthar Qui m'ont

Encouragé moralement et matériellement.

A toute ma famille a meschersamis a tousceux qui me sontchers En témoignage de mes sentiments les meilleurs, qu'ilstrouventDansce travail les expressions de mon dévouement et mon attachementInfini.

A tousceux qui aiment la science je dédiecemodestemémoire.

Et Je remercie sincèrement ma binôme Balsam Boukhatam pour son soutien dans ce projet commun pour le présenter de la meilleure façon.

Sendes Cheloufi

Dédicace

*Grâce à dieu j'ai achevé ce modeste travail que je dédie aux premières personnes dans le monde, les plus chères et les plus aimées, mes parents
Pour tout l'amour qu'ils m'ont réservé et les sacrifices qu'ils m'ont consentis pour mon éducation et la réussite de ma formation.*

Je vous remercie, mon mari Ahmed, de m'avoir aidé et encouragé à obtenir mon diplôme. Vous avez été le meilleur soutien de ma vie. Merci, appréciation et respect à vous .

À mes frères Assem et Mouhamed et ma chère sœur Roumaïssa .

À les fleurs de la maison, mes très chers petits « Safwan ,siwar, Qotouf et Baraa»

Un grand merci à mon binôme cheloufises des pour son sérieux et dévouement dans notre projet.

Un grand merci à toute ma famille

Balsem

Liste des figures:

Figure 1	Schéma descriptif de la plante d'arachide	08
Figure 2	La tige de l'arachide	09
Figure 3	les feuilles de l'arachide	10
Figure 4	Les racines de l'arachide	10
Figure 5	fleurs d'arachide	11
Figure 6	les fruits de l'arachide	12
Figure 7	Graines d'arachide	13
Figure 8	représentation schématique des différents types de mycorhizes	27
Figure 9	Structure d'un arbuscule chez les endomycorhizes	28
Figure 10	aspect morphologique des vésicules chez les endomycorhizes	29
Figure 11	Aspect morphologique d'une spore de glomus sp	30
Figure 12	aspect du manteau fongique chez les endomycorhizes	31
Figure 13	coupe transversale d'une racine ectomycorhize montrant le réseau de Hartig	32
Figure 14	Carte de la station géographique de wilaya D' EL TARf	42
Figure 15	localisation de la commune de la wilaya D' ELTARf	43
Figure 16	Méthode d'extraction des sports fongiques	45
Figure 17	méthode de colonisation des racines de l'arachide par la CMA	49
Figure 18	présentation de morphotype le plus abondant.	52
Figure 19	Présentation du morphotype 2	53
Figure 20	Présentation du morphotype 3	54
Figure 21	présentation du morphotype 4	55
Figure 22	Différents formes de colonisation MA chez l'arachide	57

Liste de tableau:

Tableau 1	classification et principale caractéristique des arachides cultivées	14
Tableau 2	de durée de chaque phase de du cycle végétatif de l'arachide	15
Tableau 3	principaux pays producteurs d'arachide	22
Tableau 4	la répartition de la culture de l'arachide dans la wilaya d ' EL TARf	24
Tableau 5	production de l'arachide dans la région D'EL TARf	24
Tableau 6	proposition de classification des champignons Glomeromycota dans le règne de Fungi	34
Tableau 7	échelle de la texture	47
Tableau 8	correspondance entre la lecture à l'objectif (nombre de graduation) et la dimension réelle de l'objet mesuré	47

Liste des abbreviations

%: Pourcentage

°: Degré

A: Argiles

C°: Degré Celsius

C%: Le taux de carbone

Ca: Calcium

Cl: Chlore

CMA: Champignon Mycorhizien a Arbuscule

Cm: Centimètre

G: Gramme

H: Heur

H: Humidité

K: Potassium

H₂O₂: Peroxyde d'hydrogène

H₂SO₄: Acide sulfurique

Ha: Hectare

Kg: Kilogramme

NaOH: Hydroxyde desodium

L: litre

MA: Mycorhize a Arbuscule

Min: Minute

ml: Millilitre

MO %: le taux de la matière organique

P: Pluviométric

P: Poids

P₂₀₅: Phosphore

qx: Quintaux

T°: Température

VOL: Volume

μm: Micrometre

Résumé

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes proposés d'étudier la Comparaison de l'abondance des spores des champignons mycorhiziens chez l'arachide dans la station d'EL Tarf et la station de Zitouna au niveau de la wilaya d'EL Tarf (Nord est Algérien)., en estimant l'infection racinaire et en évaluant la diversité des champignons mycorhiziens.

Les résultats sont les suivants:

✓La zone d'El tarf étaient colonisées par les endomycorhizes à vésicules et arbuscules , des spores extraracinaires et des mycéliums par contre la station de Zitouna est complètement dépourvues d'infection.

✓l'arachide est mycorhize dans le sol de notre station Okbet Elchair(Commune d'El Tarf) qui contient une diversité fongique caractérisée notamment par le genre Glomus.

Mots clés:

l'arachide -El Tarf –Zitouna -la symbiose mycorhizienne- infection des racines.

Abstract

As part of our study, we proposed to study the Comparison of the abundance of spores of mycorrhizal fungi in peanuts in the station of EL Tarf and the station of Zitouna at the level of the wilaya of EL Tarf (North East Algeria)., by estimating root infection and evaluating the diversity of mycorrhizal fungi.

The results are as follows:

✓ The El Tarf area was colonized by vesicular and arbuscular endomycorrhizae, intra-root spores and mycelia, on the other hand, the Zitouna station is completely free of infection.

✓the groundnut is mycorrhizal in the soil of our station Okbet Elchair (El Tarf municipality) which contains a fungal diversity Characterized in particular by the genus *Glomus*.

Key words:

groundnut -El Tarf – Zitouna -mycorrhizal symbiosis- root infection.

المخلص

اعتمدنا في هذا البحث عن دراسة مقارنة بين وفرة بؤغ الفطريات المجهرية المتعايشة مع نبات الفول السوداني في محطة الطارف ومحطة الزيتون في ولاية الطارف (شمال الجزائر) عن طريق تقدير عدوى الجذر وتقييم تنوع الفطريات .

فكانت النتائج كالتالي:

- منطقة الطارف مستعمرة من طرف فطريات الجذور الداخلية مع حوصلات و شجيرات، و ابواغ فطرية داخل الجذور ، من ناحية أخرى ، محطة الزيتون خالية تمامًا من العدوى.
- الفول السوداني المتعايش في التربة مع الفطريات الجذرية في محطات عقبة الشعير (بلدية الطارف) التي تحتوي على تنوع فطر ي تتميز بشكل خاص بالجنس *Glomus*.

الكلمات المفتاحية :

الفول السوداني -الطارف -الزيتونة -التعايش الفطري – العدوى الجذرية

TABLE DES MATIERS

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

•INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE 1: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	04
I-l'arachide.....	05
I . 1 généralités sur les légumineuses.....	05
I . 2 aperçu sur les légumineuses.....	05
I . 2.1 les caesalpinoïdeas.....	05
I .2.2 les mimosoïdeas.....	05
I .2.3 les pipilionoïdeas.....	05
I.3 Origine et systématique de l'arachide.....	06
I.3-1 Définition.....	06
I.3-2- Origine du genre Arachis et extension de l'espèce hypogaea.....	06
I.3-3-Systématique de la plante	07
I.4-Caractéristiques morphologiques de l'arachide	07
I.4.1.Les tiges	09
I.4.2.Les feuilles.....	09
I.4.3.Les racines.....	10

I.4.4. Les inflorescences et les fleurs.....	11
L'inflorescence.....	11
Les fleurs.....	11
I.4.4.5. Le Fruit.....	12
I.4.4.6. Les Graines.....	12
I.5 Les principaux types d'arachide.....	13
I-5-1 Le Type Spanich.....	13
I-5-2 Le Type Valencia.....	13
I-5-3-Le Type Virginia.....	14
I-5-4-Le Type Runner.....	14
I-6-Le Cycle biologique de la culture	15
I-7 Influence des facteurs et conditions du milieu sur la culture de l'arachide.....	16
I-7-1 Les facteurs édaphiques	16
I-7-1-1 Le sol.....	16
I-7-1-2-Le pH.....	16
I-7-1-3 Résistance de l'arachide au sel.....	16
I-7-2 Les Facteurs climatiques.....	16
I-7-2-1 La température et l'ensoleillement	16
I-7-2-2 La luminosité	17
I-7-2-3 Le régime hydrique.....	17
I-8 L'itinéraire technique	18
I-8-1 La mise en place de la culture	18
I-8-1-1 Préparation du sol	18
I-8-1-2 Préparation des semences	18

I-8-1-3 La date de semis	18
1-8-1-4 La dose de semis	19
1-8-1-5 Le mode de semis	19
1-8-2 L'entretien :.....	19
1-8-3 L'irrigation :.....	20
1-8-4 La Fumure :.....	20
I-9 Les dévités de la culture :.....	20
I-9-1 L'alimentation humaine :.....	20
I-9-2 L'alimentation animale :	21
1-9-3 L'industrie :	21
I-9-4 L'agriculture :	21
I-9-5 La santé :.....	21
I.10-La production et le commerce mondial :.....	22
I.10.1 – La production mondiale.....	22
1-10-2 Commerce.....	22
I.11-La production algérienne.....	23
CHAPITRE II: LA SYMBIOSE MYCORHIZIENNE DE L'ARACHIDE.....	25
II. la symbiose mycorhizienne de l'arachide.....	26
II.1 Généralités.....	26
II.2 Définition.....	26
II.3 Les différents types de Mycorhizes.....	26
II.3.1-Les endomycorhizes.....	27
II.3.2-Les ectomycorhizes (ECM)	31
II.3.3-Les ectendomycorhizes.....	33

II.4-Classification des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA).....	33
II.5-Structure des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA).....	37
II.5.1-Spore.....	37
II.5.2-Arbuscule.....	37
II.6-Rôles des mycorhizes.....	38
II.5.3-Vésicule.....	38
II.6.1-Amélioration de la nutrition phosphate.....	38
II.6.2-Amélioration de la nutrition azotée.....	39
II.6.3-Production de messagers chimiques (hormones).....	39
II.6.4-Amélioration de la nutrition en oligo-éléments.....	39
II.6.5-Tolérance aux excès de certains éléments minéraux.....	39
II.6.6-Protection phytosanitaire.....	39
III-MATERIEL ET METHODES.....	41
III.1 –Présentation de la région et de la station d'étude.....	42
III.1.1.1 Historique.....	42
III.1.1.2 Situation géographique.....	42
III.1.2La situation géographique de la région de Zitouna.....	43
III.1.2.1Localisation.....	43
III.1.2.2Superficie.....	43
III-2 Evaluation de la biodiversité et de l'abondance des spores de CMA présentes dans le sol d'étude.....	44
III.2.1 Méthode d'extraction des spores fongiques.....	44
III.2.2 Description des spores.....	45
III.2.2.1 Morphologie générale.....	45
Forme de la spore.....	45
Détermination de la couleur.....	45

Taille de la spore:	46
Particularités remarquables.....	47
III.3 Mise en évidence de la colonisation des racines du L'arachide par les CMA...47	
CHAPITRE IV: Résultats et discussion.....	50
IV.1 Etat de la colonisation mycoryzienne Arbusculaire de L'arachide dans la station.. ..	51
IV .1.Résultats.....	51
IV.1.1. Diversité sporale.....	51
IV.1.2. La mycorhization naturelle de l'arachide dans les stations d'étude.....	56
IV.2.Discussion.....	58
CONCLUSION GÉNÉRALE	60



Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Les légumineuses constituent une très grande importante source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (Duranti et Gius, 1997). En outre, elles ont un usage médicinal non négligeable.

En plus de leur importance dans le régime alimentaire humaine et animale, elles ont un intérêt particulier dans le concept de l'agriculture durable. Leur introduction dans l'assolement instaure la rotation des cultures, la diversification des productions et la protection du sol contre l'érosion. L'introduction de ces espèces dans un système de culture est, impérativement, tributaire de l'amélioration de leurs performances agronomiques (Ben Mbarek, 2011).

L'arachide au sien de leur écosystème ne peut vivre de façon isolée et autonome. Il doit partager les ressources nutritives et énergétique s'accommoder des rejets métaboliques et d'autres colocataires et réagir, voire se défendre des initiatives et tel que la symbiose qui est une vie commune, temporaire ou permanente, d'espèces différents sous la forme d'une association morphologique étroite et vue d'une manière globale, à bénéfices réciproques qui donne naissance à un organe mixte.

Cet organe peut être un mycorhize dans la symbiose mycorhizienne. Le fonctionnement de la symbiose mycorhizienne est basé sur des échanges réciproques entre les racines des végétaux et certains champignons du sol. Certaines espèces végétales ne peuvent croître normalement dans leur symbiote fongique (Gobat et al, 2003).

La plante mycorrhizée profite de l'association par l'augmentation de ses systèmes racinaires et aériens grâce aux champignons mycorrhizogènes (CM) qui lui permettent de mieux utiliser certains composants du sol difficilement accessibles aux racines (Besserer et al, 2006).

L'utilité des mycorhizes permet non seulement l'absorption du phosphore mais aussi l'absorption et le transfert d'autres éléments comme l'eau, le cuivre et le zinc (Johansson et al. 2004). Elle permet aussi d'assurer un rôle protecteur par rapport aux maladies fongiques (Liu Et al. 2007)

Plusieurs travaux ont montré que l'arachide peut être nodulée et mycorhizée naturellement (Vincent, 2002) et que l'inoculation contrôlée pouvait améliorer sa croissance et sa production.

L'importance des études quantitatives des mycorhizes et des nodosités nous permettent, en effet de reconnaître les espèces (ou les souches) les plus compétitives, les plus infectieuses et les plus agressives. En outre, elles nous aident à nous rendre compte de l'efficacité des inoculations contrôlées et de déterminer le rôle des symbioses dans la croissance, le développement et la protection des plantes -hôtes, assurant un développement durable en préservant l'environnement.

Ainsi, l'objectif majeur de ce travail est d'effectuer une étude de comparaison de l'abondance des spores des champignons mycorhiziens chez l'arachide dans la station d'EL Tarf et la station de Zitouna au niveau de la wilaya d'EL Tarf (Nord est Algérien).

Notre mémoire s'articulera en quatre parties:

- Dans la première, nous dresserons un état des connaissances bibliographiques concernant la plante de l'arachide.
- Dans la seconde, nous expliquons la symbiose mycorhizienne.
- Dans la troisième nous présentons la partie expérimentale et la zone d'étude.
- La quatrième partie est consacrée aux résultats et discussions.

Et nous clôturons ce travail par une conclusion générale et des perspectives

A horizontal orange scroll graphic with rounded corners and a slight gradient. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges appearing to fold back. The text is centered on the unrolled portion.

Chapitre 01 Etudes bibliographique

I-L'ARACHIDE

I.1 Généralités sur les légumineuses :

La famille des légumineuses est très diverse avec trois sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae et Papilionoideae (**Doyle et Luckow 2003**). La diversité de cette famille végétale, qui comprend environ 20 000 espèces (**Gepts et al., 2005**) offre des possibilités énormes d'exploitation.

La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja, le haricot, le pois, la luzerne, le pois chiche, la fève et l'arachide (**Lazrek-BEN Friha, 2008**).

I.2 Aperçu sur les légumineuses

La famille des légumineuses ou fabacées est la troisième plus grande famille de plantes à fleurs (après les orchidées et les astéracées), avec environ 650 genres et près de 20 000 espèces (**Gepts et al., 2005**). Ces espèces sont réparties en trois sous-familles : Caesalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae (**Doyle et Luckow, 2003**).

I.2.1 Les caesalpinoïdeae

Ce sont majoritairement des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux. Leur fleur irrégulière possède 5 pétales non différenciés et des étamines visibles de l'extérieur (**Judd et al., 2001**).

I.2.2 Les mimosoïdeae

Ce sont pour la plupart des arbres tropicaux. Leurs fleurs sont régulières, petites, groupées souvent sous forme de pompons. Les étamines sont les parties les plus visibles de la fleur (**Judd et al., 2001**).

I.2.3 Les Papilionoïdeae

Cette appellation est due à la forme de la corolle qui se présente sous forme de papillon (**Guignard et Dupont, 2005**). Elle regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement: le soja (*Glycine max*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois (*Pisum sativum*), la luzerne (*Medicago sativa*), le pois chiche (*Cicer*

arietinum), la fève (*Vicia faba*(L.) et l'arachide (*Arachis hypogaea*), (**Broughton et al., 2003**).

I.3 Origine et systématique de l'arachide

I.3-1 Définition:

L'arachide est une plante de la superfamille des légumineuse Fabacées qui présente la particularité d'enterrer ses fruits après la fécondation (**Anonyme, 2007**).

I.3-2- Origine du genre *Arachis* et extension de l'espèce *hypogaea*:

L'arachide est originaire du bassin amazonien où sont localisées toutes les espèces du genre *Arachis* (plus de 70 ont été identifiées à ce jour), parmi lesquelles seule *hypogaea* a été durablement domestiquée. Sa dissémination, à partir du XVI^e siècle, s'est faite en direction de l'Extrême-orient sur l'axe espagnol Pérou Philippines et en direction de l'Afrique sur l'axe Portugais Brésil côte ouest Africaine.

L'introduction au nord du Mexique aurait eu lieu postérieurement en provenance de l'Afrique (**Bezpaly, 1984**).

La plante a ensuite progressivement couvert la totalité des zones tropicales à partir des deux centres de diversification secondaire constitués par l'Afrique de l'Ouest et le Sud-est asiatique, d'où sont issus les types variétaux exploités par la sélection arachidière pour aboutir aujourd'hui à une collection de plus de 15000 variétés conservées par un centre international localisé en Inde (**Anonyme, 2000**).

La culture déborde très largement son aire d'origine, puisqu'on la retrouve jusqu'aux 40 parallèles nord malgré la latitude élevée (**Schiling, 2003**).

I.3-3-Systématique de la plante: (Jeanmonod et al, 2002)

Règne :Plantae

Sous règne :Embryobionta

Division :Spermaphytina

Sous division :Angiospermaphytina

Classe :Magnoliopsida

Sous classe: Rosidae

Ordre :Fabales

Famille :Fabaceae

Sous famille :Faboideae

Genre :Arachis

Espèce :Arachis hypogaea (L).

I.4-Caractéristiques morphologiques de l'arachide :

La plante d'arachide (**fig.1**) est une herbacée annuelle ($2n=40$) à fleurs jaunes, de 20 à 60cm de hauteur (**Demol, 2005**)



Figure 1: Schéma descriptif de la plante d'arachide (Demol, 2005)

I.4.1. Les tiges

On distingue une tige principale (**fig.2**) toujours érigée et un nombre variable de ramifications qui peuvent être ascendantes ou courir sur une partie de leur longueur sur le sol pour les formes rampantes (**Anonyme, 2007a**).

Toutes ces tiges ont de 20 à 70 cm de long suivant les variétés et les conditions de culture : leur couleur varie du vert clair au vert foncé (**Gillier, 1963**).



Figure 2: La tige de l'arachide (Anonyme.2023)

I.4.2. Les feuilles

Les feuilles sont pennées et possèdent 4 folioles. Ces folioles sont de forme ovales, opposées par paire et de couleur verte plus au moins foncée, elles sont portées par un pétiole de 4 à 9 cm de long. A la base de ce pétiole, on trouve 2 stipules longues de 2 à 3 cm, soudées partiellement au pétiole et engainant la tige (**Wey et Obaton, 1978**).

Les feuilles (**fig.3**) présentent une position diurne et une position nocturne. Le jour, les feuilles sont bien dressées et les folioles largement ouvertes. La nuit, les pétioles se courbent vers le sol et les folioles se rapprochent deux à deux.



Figure 3:Les feuilles de l'arachide (Anonyme.2007)

I.4.3.Les racines

Le système racinaire(**fig.4**) est puissant, il est constitué par une racine primaire pivotante qui s'enfonce verticalement dans le sol jusqu'à plus de 1m de profondeur, le système racinaire ne comporte pas de poils absorbants, l'absorption de l'eau et des sels minéraux se fait surtout par le parenchyme cortical des radicules.(**Site web 1**).



Figure 4:Les racines de l'arachide (Anonyme 2023).

I.4.4.L'inflorescences et les fleurs:

- **L'inflorescence:**

Elles apparaissent à l'aisselle d'une feuille, d'un rameau ou, plus rarement, de la tige principale (**Gillier et Sylvestre, 1969**).

Sur les tiges de l'arachide, on trouve une série de nœuds qui peuvent être :

-Soit végétatifs, ils ne donnent naissance qu'à des feuilles.

-Soit reproducteurs, ils donnent naissance à une inflorescence.

-Soit stériles : ils devaient donner naissance à une inflorescence qui ne s'est pas développée. L'inflorescence apparaît donc à l'aisselle d'une feuille ou d'un nœud reproducteur (**Demol, 2005**).

- **Les fleurs :**

L'inflorescence de l'arachide se présente sous forme d'épis de trois à cinq fleurs. Les fleurs sont jaunes (**fig.5**), papilionacées et sessiles. L'arachide possède deux sortes de fleurs : fleurs aériennes et fleurs souterraines.



Figure 5: Fleurs d'arachide (**Fonceka, 2010**).

I.4.4.5. Le Fruit

Ce sont des gousses ovoïdes ou cylindriques longues de 1 à 8 cm et large de 0,5 à 2 cm. Leur poids varie de 1 à 2.5g en moyenne (**Gillier et Sylvestre, 1969**).Elles comprennent une coque et des graines, les gousses sont groupées à la base du pied pour les variétés à port érigé, ou réparties le long des rameaux pour les variétés rampantes (**Gillier et Sylvestre, 1969**).



Figure 6: les fruits de l'arachide (Anonyme 2023)

I.4.4.6. Les Graines

On trouve de 1 à 5graines(**fig.6**), par gousse. Ellesontformées de:

- D'un tégument séminal rosé ou saumon, parfois plusieurs couleurs.
- D'une amande comportant deux cotylédons gorgés de matières grasses.
- D'un embryon que l'on distingue facilement.

Leur poids varie de 0,2 à 2 g. La proportion des graines par rapport au poids de la gousse entière varie de 68 à 80%. La faculté germinative des arachides en gousse dure au moins un an (**HUBERT, 2000**).

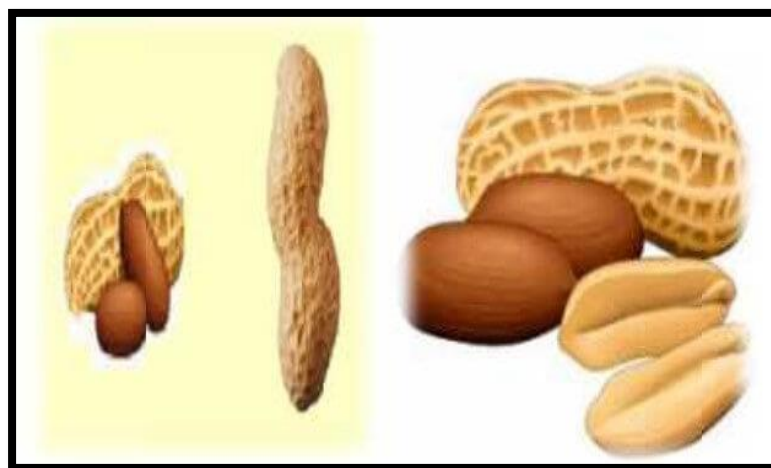


Figure 7 :Graines d'Arachide (Novello et santamaria, 2005).

I.5 Les principaux types d'arachide :

Les principaux types cultivés d'*Arachis hypogaea* L peuvent se diviser en trois principaux groupes variétaux : Virginia, Spanich, Valencia. Un quatrième groupe (Runner) Valencia. Un quatrième groupe (Rubner) répond à des considérations commerciales, mais se rattache génétiquement au type Virginia (**Anonyme, 1992**).

Leurs caractéristiques principales sont présentées dans le **tableau 1**.

I-5-1 Le Type Spanich :

Il se caractérise par de petites gousses contenant généralement deux graines bien séparées et rondes, la durée du cycle végétatif est de 90-100 jours (**Anonyme, 2005**).

I-5-2 Le Type Valencia :

La gousse est lisse, non marquée de constrictions. La coque contient trois graines dont les extrémités sont souvent aplaties :

Elle regroupe des variétés hatives avec un cycle de 90 à 100 jours (**Zitouni, 2003**).

I-5-3-Le Type Virginia :

Il se caractérise par des gousses contenant généralement deux graines allongées. L'insertion de la coque est marquée. Les graines sont bien séparées et sans méplat. Ce type regroupe des variétés tardives, la durée du cycle végétatif est de 120 à 150 jours (Anonyme, 2005),

I-5-4-Le Type Runner:

C'est une variante de type Virginia, les graines sont plus petites, moins allongées et présentent souvent un méplat, sa culture est répandue aux Etats-Unis et en Afrique de sud (Zitouni, 2003).

Tableau 1 : Classification et principales caractéristiques des arachides cultivées (d'après Schiling, 1996).

Genre	Arachis		
Espèce	Hypegaea		
Sous-espèce	Hypegaea	Fastigiata	
Variétés	Hypegaea	Vulgaris	Fastigiata
Types	Virginia	Spanish	Virginia
Port	Erigé, rampant	Erigé	Erigé
Ramification	Alterne	Séquentielle	Séquentielle
Fleurs sur tige principale	Non	Oui	Oui
Couleur feuillage	Vert foncé	Vert clair	Vert clair
Coloration du tégument séminal de la graine	Rose saumon (état frais)	Rose chair (état frais)	Rose chair (état frais)
Cycle	120-150 jours	90 jours	90 jours
Dormance	Qui	Non	Non

Gousses (cavités)	2C	2C	3-4 C
Composition chimique de l'huile	AC Oléique/ AC Linoléique > 2	AC Oléique/ AC Linoléique > 2	
Résistance à la cercosporiose	Résistance	Non résistance	Non résistance

I-6-Le Cycle biologique de la culture :

Selon la variété, les cacahuètes mettent de 90 à 100 jours ou de 120 à 150 jours pour parvenir à maturité. La plante fleurit environ 30 à 45 jours après son émergence et continue à fleurir pendant 30 à 40 jours. Les cacahuètes mûrissent alors environ 60 jours après la floraison (**Demol. 2005**).

Les fruits ne mûrissent pas tous en même temps, la floraison se faisant sur une longue période de temps. Un fruit individuel est mûr lorsque l'enveloppe recouvrant les graines n'est plus ratatinée et que les veines à l'intérieur de la cosse ont une couleur qui tire vers le brun foncé (**Anonyme 2005**).

Le cycle végétatif de l'arachide (**tableau 2**) est influencé par la température et varie également selon les groupes (**Gillier et Sylvestre, 1969**).

Tableau 2: Durée de chaque phase du cycle végétatif de l'arachide (**Gillier et Sylvestre, 1969**).

	Variétés hâtives	Variétés tardives
Semis-levé	4-5 jours	4-5 jours
Levée -1 fleur	15-20 jours	20-25 jours.
Floraison utile	18-25 jours	30-40 jours
Durée de maturation	40-45 jours	54-55 jour

I-7 Influence des facteurs et conditions du milieu sur la culture de l'arachide:

I-7-1 Les facteurs édaphiques :

I-7-1-1 Le sol :

Les sols doivent être suffisamment meubles ou ameublis pour permettre la pénétration des gynophores puis l'arrachage des gousses mures. De plus, l'arachide requiert des sols bien drainés et aérés car les échanges respiratoires des gousses en formation sont élevés. Les sols à texture fine, meuble et perméable et en particulier les sols sableux, sont ceux qui conviennent le mieux. La culture d'arachide sur sols lourds et argileux n'est conseillée que si le recours à la mécanisation et l'irrigation au moment opportun sont possibles (**Schilling, 2003**).

I-7-1-2-Le pH :

L'arachide est sensible à l'acidité des sols. Les sols très acides (pH inférieur à 5) ou déficients en Ca peuvent induire des toxicités aluminiques ou ferriques. L'acidité inhibe le développement des bactéries fixatrices d'azote, ce qui est décelable à l'aspect chlorotique du feuillage et à l'absence de la coloration rouge à l'intérieur des nodosités. Cette coloration rouge caractérise la présence de bactéries actives (**Schilling 2003**).

I-7-1-3 Résistance de l'arachide au sel :

Les expériences réalisées par Gillier et Sylvestre (1969) montrent qu'une teneur en eau d'irrigation de 1,5 g/l de NaCl ne diminue ni le rendement ni le poids frais de la plante. A 2,5 g/l, le rendement n'est pas diminué, mais le poids sec de la plante est réduit d'environ 30%

I-7-2 Les Facteurs climatiques :

I-7-2-1 La température et l'ensoleillement :

Les températures inférieures à 15°C et supérieures à 45 °C ralentissent ou bloquent la croissance. L'optimum se situe entre 25 et 35 °C. Les températures trop basses ou trop élevées, sous les climats tempérés et en contre-saison chaude ou froide

dans les zones tropicales, ont pour effet de prolonger le cycle et de bloquer définitivement la germination (**Schiling, 2003**).

Des déséquilibres se traduisent fréquemment par un rapport" fanes / gousses défavorable, que l'on observe également en zones équatoriales et dans les cultures sous plantation arbustive, lorsque l'ensoleillement devient limitant (**Schiling, 2003**).

I-7-2-2 La luminosité :

Gillier et Sylvestre (1969) observent dans leur expérience une action positive des jours longs par rapport aux jours courts sur l'abondance de la floraison qui est, en outre, plus précoce et qui donne, à la récolte, une quantité plus grande de fruits murs.

Ils montrent que la durée d'éclairement à l'époque de la floraison agit sur le nombre de fleurs formées, celui-ci est maximum pour les durées les plus longues. Au stade de fructification, l'exposition des gynophores à la lumière retarde leur croissance et les fruits ne peuvent se développer qu'à l'obscurité (**Gillier et Sylvestre, 1969**).

I-7-2-3 Le régime hydrique :

Les cacahuètes sont résistantes à la sécheresse et à la chaleur. Elles mûrissent en 90 à 120 jours dans un climat chaud, ce qui les rend particulièrement adaptées à la courte saison des pluies de la zone de savane au nord de l'Afrique occidentale (**Anonyme, 2005**).

Les besoins en eau sont élevés au moment de l'imbibition de la graine qui, une fois la germination amorcée, craindra l'excès d'eau. La période de floraison (30-70 jours après semis) correspond à une phase de sensibilité à la sécheresse, alors que la phase finale de maturation sera favorisée par une sécheresse relative. Des pluies à ce stade pouvant, en outre, provoquer des germinations sur pieds chez les variétés non dormantes (**Wey et Obaton, 1978**).

I-8 L'itinéraire technique :

I-8-1 La mise en place de la culture :

I-8-1-1 Préparation du sol :

La préparation du sol avant semis de l'arachide devra avoir pour effet de faire disparaître les résidus de culture, susceptibles de propager les maladies, d'ameublir le sol afin de permettre à la graine de germer dans de bonnes conditions et de retarder au maximum l'émergence des mauvaises herbes (**Schiling et al, 1997**).

I-8-1-2 Préparation des semences :

En milieu paysannal, les semences sont conservées ou achetées en coque afin de préserver le plus longtemps possible leur protection naturelle. Le décorticage mécanique, à l'aide d'appareils rudimentaires ou mal réglés, brise une proportion non négligeable des graines (**Schiling, 1996**).

I-8-1-3 La date de semis :

Le semis doit avoir pour effet :

- De caler au mieux le cycle de la plante en fonction de la répartition prévisible des pluies et autres paramètres climatiques.
- De placer la plante dans une situation susceptible de lui assurer une bonne germination, un bon enracinement et des conditions de croissance et de développement satisfaisants.
- De faciliter et d'optimiser les interventions culturales ultérieures afin d'aboutir à une productivité satisfaisante au moindre coût (**Schiling, 1996**).
- L'époque de semis propice est celle comprise entre le 15 avril et le 15 mai, selon les régions,
lorsque les conditions le permettent, les dates précoces sont toujours à préférer.
- La date optimale du semis est commandée par plusieurs paramètres :
 - Eviter les périodes trop fraîches en particulier dans les zones tempérées.
 - Tenir compte de la baisse de température localement par l'imbibition du sol.

- Tenir compte de la nécessité d'assurer à la plante une température adéquate en fin de cycle.
- S'assurer que le sol est suffisamment humide (**Schiling et al, 1997**).

1-8-1-4 La dose de semis :

La densité de semis doit distinguer la concurrence entre les plantes au niveau de l'appareil foliaire...

Selon Schiling et al (1997), en culture manuelle, l'arachide se sème généralement en tous sens, à écartement équidistant de 30 à 50 cm. Cette méthode permet à la plante d'exploiter un volume maximum de sol sans être concurrencée par ses voisines, surtout pour le type Virginia rampant ou semi-érigé

Le poids d'arachide nécessaire pour ensemer un hectare est fonction de la variété, de la qualité de semences et de la densité des semis.

1-8-1-5 Le mode de semis :

Le semis se fait en ligne, en billon ou en poquet. Les semoirs classiques ou de précision peuvent être employés. La profondeur de semis doit être de 3 à 5 cm, la graine doit absorber 35% de son poids en eau pour germer. Les grosses graines (variétés de bouche) seront donc plus sensibles à cet égard. Le sol sera tassé, après semis, pour assurer une meilleure adhérence entre la graine et la terre humide qui l'entoure (**Schiling, 1996**).

1-8-2 L'entretien :

Un ou deux binages (ou un rebillonnage) seront suffisants lorsque le sol aura été préalablement labouré ou billonné. Lorsque l'arachide aura été cultivée à plat sans labour (cas le plus fréquent), plusieurs interventions seront nécessaires selon la virulence de la flore. Dans tous les cas, le premier binage est important car la jeune plante est très sensible à la concurrence des adventices. Il devra être effectué à la main sur la ligne, les autres binages étant limités à l'interligne. On prendra bien garde, à partir du 40^e jour, à ne pas déterrer les gynophores. L'utilisation raisonnée d'herbicides de pré-émergence, en combinaison avec le travail du sol, permet de retarder le premier binage qui correspond à une période de pointe du calendrier

agricole, mais la nécessité demeure d'ameublir le sol au moins une fois au cours du cycle (**Schiling, 2003**).

1-8-3 L'irrigation :

L'irrigation permet de cultiver l'arachide en saison sèche chaude : cycle de variétés hatives entre février et mai ou de variétés semi tardives entre février et juin dans l'hémisphère nord. Elle débouche toujours sur une augmentation sensible de la production de fanes (**Bezpal, 1984 ; Schiling, 2003**).

Dans les zones où l'irrigation est traditionnelle, la priorité absolue est accordée à la céréale ou à d'autres cultures dominantes. L'arachide étant alors conduite en culture dérobée ou intercalaire avec des rendements moyens ou faibles (**Anonyme, 1997**).

1-8-4 La Fumure :

Une fumure minérale annuelle légère en N-S-P-K ou S-P procure sur l'arachide une plus-value intéressante encore valorisée par une fumure organique à apporter de préférence sur la céréale cultivée en rotation. A ce schéma de base, qui correspond aux recommandations théoriques destinées aux petits producteurs des pays du sud, s'ajoute la fumure calcique destinée à corriger l'acidité des sols et à améliorer la qualité technologique du produit (semences et arachides de bouche).

Les doses et les formes d'apports sont généralement calculées sur une base annuelle et dans la perspective d'une rentabilité l'année même de leur application : c'est à dire qu'elles ne compensent pas les exportations des cultures (**Schiling, 2003**).

I-9 Les dérivés de la culture :

I-9-1 L'alimentation humaine :

Les cacahuètes écosées et parvenues à maturité contiennent environ 28 à 32% de protéines et leur teneur oléagineuse varie de 38 à 47 % pour les espèces de Virginie et de 41 à 50% pour les espèces d'Espagne (**Bouguetof, 2006**).

Elles constituent également une bonne source de vitamine B et de vitamine E. Bien qu'elles soient plus pauvres en acide aminé essentiel qu'est la lysine (un facteur déterminant la qualité protéique) que les autres légumineuses, les cacahuètes

constituent une bonne source de protéines. L'arachide est une excellente source de folacine, niacine, magnésium et potassium (**Anonyme, 2005**).

Les différents composants de l'arachide paraissent doués d'une efficacité physiologique correcte :

- Huile d'arachide, utilisée comme huile de table ou comme matière première pour la fabrication de margarine, résiste bien aux hautes températures (friture).

- Beurre d'arachide.

- Farine d'arachide, aliment de complément employé en biscuiterie (déshuile, riche en acides aminés indispensables).

- Arachides en coque (Aliment de base dans certains pays d'Afrique).

- Arachides décortiquées.

I-9-2 L'alimentation animale : (Driss et Guerouf, 2001).

- Tourteau d'arachide, résidu de pression après extraction de l'huile.

- Fanes utilisées comme fourrage (équivalent au foin de luzerne).

1-9-3 L'industrie : (Driss et Guerouf, 2001).

Outre son utilisation comme huile, de friture (Pâtisserie, biscuiterie), elle est la deuxième extraction pour savonnerie,

- Coques utilisées comme combustible.

I-9-4 L'agriculture : (Driss et Guerouf 2001).

- Comme toutes les légumineuses, l'arachide est une culture qui enrichit le sol en azote.

- Elle peut être utilisée comme engrais vert.

I-9-5 La santé :

Comme plante médicinale, l'huile d'arachide est utilisée comme solvant médicamenteux.(**Driss et Guerrouf, 2001**).

I.10-La production et le commerce mondial :

I.10.1 - La production mondiale

La production mondiale d'arachides (non décortiquées) s'est élevée à 37, 18 millions de tonnes en 2014 (**Anonyme, 2015**).

Les principaux pays producteurs d'arachide sont indiqués dans le **tableau2**.

Tableau 3 : principaux pays producteurs d'arachide (Anonyme, 2015)

Pays	Production (Millions de tonnes)
Monde	37,18
Chine	16,6
Inde	5
Etats unis	2,9
Nigeria	1,55
Indonésie	1,15
Argentine	1,01
Vietnam	0,55
Brésil	0,26
Afrique du sud	0,12
Nicaragua	0,12
Mexique	0,09
Autres	7,76

1-10-2 Commerce:

Les échanges d'arachide portent sur une faible part de la récolte(4 millions de tonnes en 2001), environ 11% de la production, essentiellement sous forme d'arachides en coques (2 :4 millions de tonnes). Les échanges de produits dérivés sont assez limités : beurre d'arachide : 49000t, huile d'arachide : 270000t.

Les principaux exportateurs sont la chine (1.6 millions de tonnes (Mt), l'Argentine (0.5Mt) et les Etats-Unis (0.4Mt) ; les principaux importateurs sont les Pays-Bas (0,6 Mt), l'Indonésie (0.3 Mt), le Royaume-Uni et le Japon (**Dimanh, 1988 ; Anonyme, 1992 ; Anonyme, 2002**).

La consommation d'huile d'arachide dans les pays de l'Union européenne a régressé devant la forte croissance de la production locale d'huile de tournesol et de colza. Le marché de l'huile et des tourteaux est dominé par 5 pays qui assurent 73 % des 0.234 MT d'exportation d'huile (Argentine, Sénégal, Soudan, USA et chine) et 89 % des 0.532 Mt de tourteau (Inde, Argentine, Soudan et Sénégal). Par ailleurs, le moratoire imposé par l'Union Européenne sur l'utilisation des farines animales suscite une forte hausse de la demande en protéines végétales. L'arachide, non génétiquement modifiée jusqu'à ce jour, pourrait bénéficier de cette conjoncture favorable si les pays producteurs savent l'exploiter (**Anonyme, 2005**).

I.11-La production algérienne

En Algérie, la productivité reste faible. Le rendement moyen de l'arachide ne dépasse Guère 25 qx/ha alors que chez quelques agriculteurs dits performants, les rendements peuvent dépasser 40 qx/ha et atteindre parfois les 60 qx/ha. Ce faible rendement de l'arachide peut être dû à la faible productivité des sols Algériens mais aussi à l'indisponibilité des semences de qualité ainsi que les pratiques culturales peu adaptées. Plusieurs facteurs de l'itinéraire technique de cette culture peuvent être à l'origine de la réalisation de rendements élevés. Dans cet itinéraire, on note principalement le respect de la rotation, les travaux de préparation du sol, le choix de la date de semis, l'utilisation de semences saines ou traitées, la fertilisation, la conduite de l'irrigation et les traitements phytosanitaires.

• Cas de la wilaya D'El-Tarf

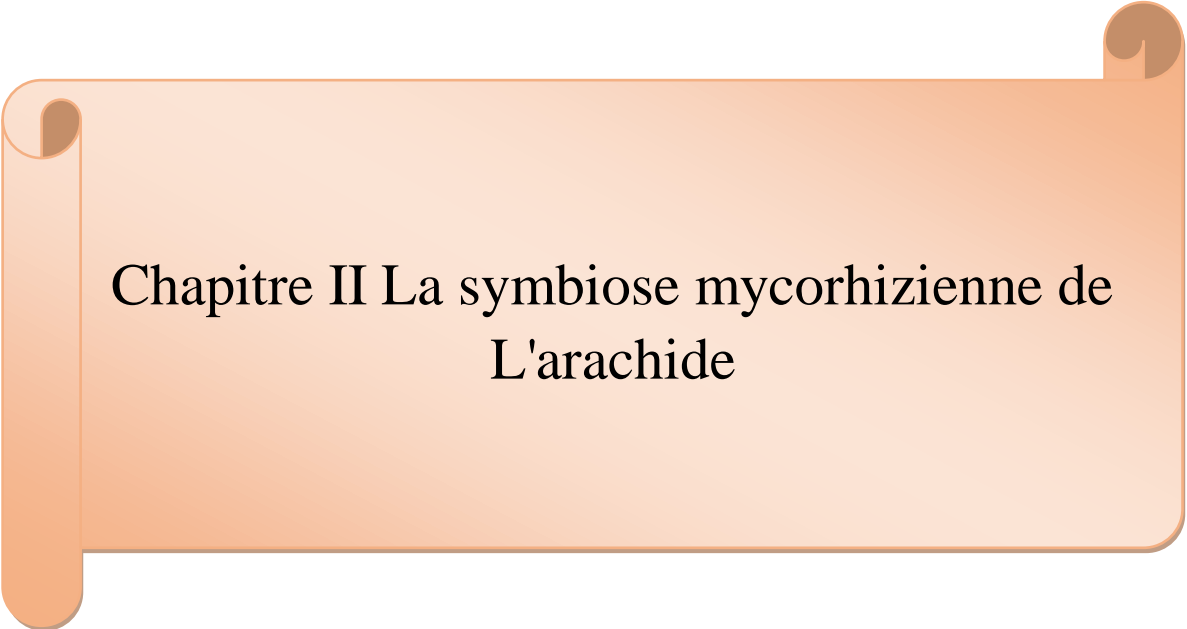
La répartition de la culture de l'arachide et sa production dans la wilaya d'El Tarf sont consignées dans les tableaux 3 et 4.

Tableau 4 : La répartition de la culture de l'arachide dans la wilaya d'El Tarf (Anonyme,2016)

Commune	Superficie (ha)
El Tarf	40
Ain-Assel	500
El-Kala	110
Souarekh	120
Ramel souk	4
Ben M'hidi	10
Berrihenne	80

Tableau 5 : Production de l'arachide dans la région d'El Tarf (Anonyme, 2016)

Région	El Tarf		
Compagne	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
2007/2008	1585	12600	7.94
2008/2009	1355	11060	8,16
2009/2010	1555	19400	12.4
2010/2011	1375	11000	8
2011/2012	1210	11100	9.17
2012/2013	1250	11500	9,2
2013/2014	1130	11850	10,4
2014/2015	864	9000	10,4

A decorative orange scroll graphic with rounded corners and a vertical strip on the left side, resembling a rolled-up document. The text is centered on the scroll.

Chapitre II La symbiose mycorhizienne de L'arachide

II. LA SYMBIOSE MYCORHIZIENNE DE L'ARACHIDE

II.1 Généralités

La grande majorité des espèces de plantes forment une association symbiotique entre leurs racines et une diversité d'espèces de champignons, en formant ce qu'on appelle des mycorhizes. Presque toutes les cultures agricoles sont capables de ce type d'association, à part les plantes de la famille des Brassicaceae (choux, colza, moutarde...).

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) forment des associations mutualistes avec 80 % des familles de plantes terrestres (**Wang et Qui, 2006**) et ont une influence majeure sur la croissance, la diversité et la santé des végétaux.

II.2 Définition

Les mycorhizes relèvent de l'association d'un organisme photosynthétique, soit une plante verte, et d'un champignon filamenteux; l'ensemble constitue une autre forme de symbiose végétale. D'origine gréco-latine, le mot mycorhize signifie champignon-racine (uukes champignon, rhiza racine) (**Andre et al.,2004**).

La plante fournit au champignon des composés carbonés produit par la photosynthèse et, en retour, le champignon approvisionne la plante en éléments minéraux et en eau provenant du substrat (**Hodge et al., 2010**); (**Hopkins, 2003**); (**Smith et Read, 2008**).

Il s'agit donc là d'un phénomène fondamental et universel chez les plantes vasculaires et les bryophytes, lequel existent depuis le tout début de la vie terrestre, il y a plus de 450 millions d'années. La plante verte effectue la photosynthèse et le champignon approvisionne le couple en eau et en éléments minéraux à partir du sol (**Andre et al., 2004**)

II.3 Les différents types de Mycorhizes

Il existe plusieurs formes d'associations mycorhiziennes. Le résultat est donc une multiplicité des formes de détail qui gravitent autour de 3 types de mycorhizes: endomycorhize, Ectomycorhize et Ectendomycorhize (**Sanders et al., 1995**); (**Redecker et Raab, 2006**).

La classification des mycorhizes est basée donc sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c'est-à-dire Zygomycete de l'ordre des Glomales, ou septé, comme les Ascomycetes ou Basidiomycetes (Smith et Read, 1997).

La presque totalité des plantes vertes terrestres vivent en symbiose mycorhizienne. Seuls des membres de quelques familles en sont quelques fois dépourvus, par exemple, les crucifères et les chénopodiacées (Fortin et al, 2008).

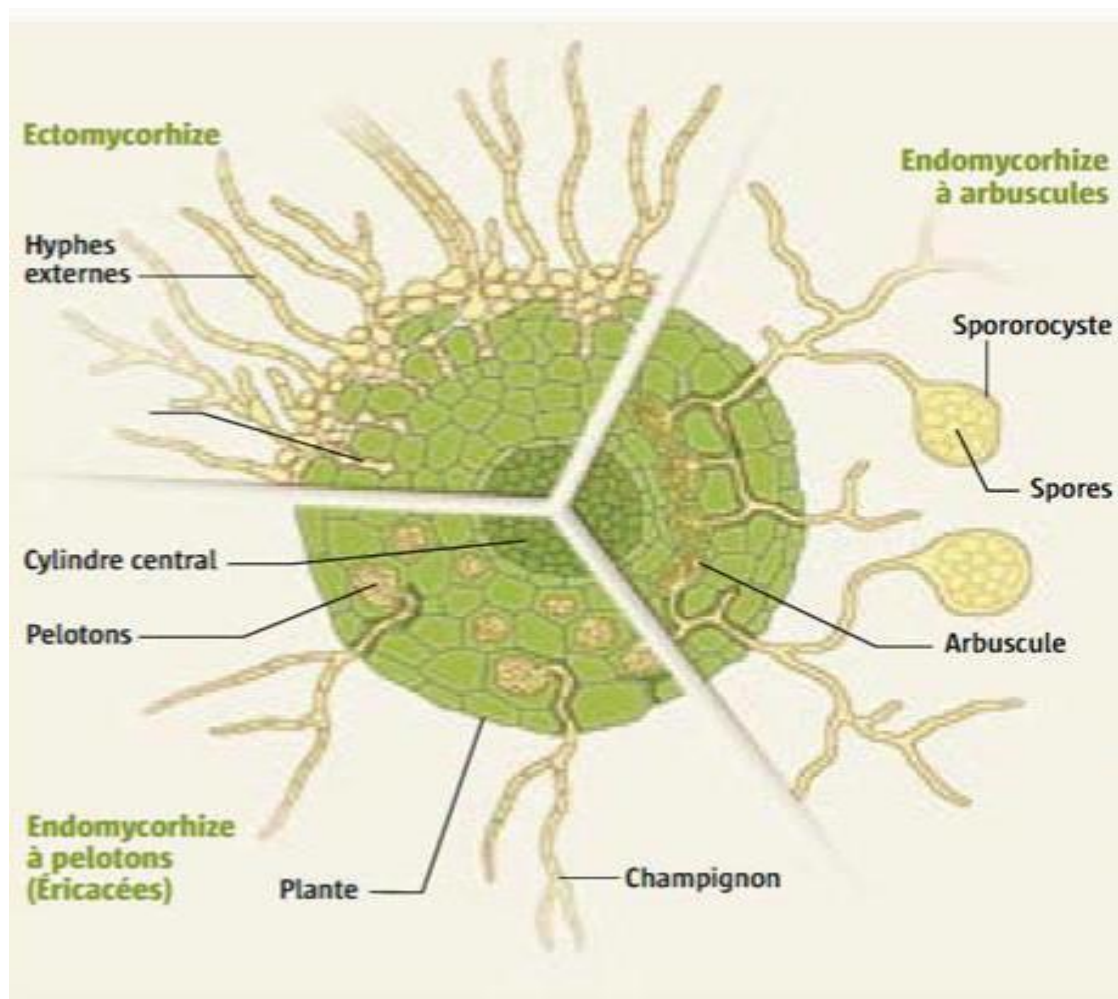


Figure 8: Représentation schématique des différents types de mycorhizes. (Anonyme,2020)

II.3.1-Les endomycorhizes:

Les endomycorhizes sont le type de mycorhizes que caractérisent le développement intracellulaire du champignon associé à une racine, leur apparition remonterait à une

époque située entre 353 et 462 millions d'années (**Brundrett,2002, Redecker,2002, Russell et Bulman, 2005**).

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) sont capables de s'associer à de familles d'Angiospermes, de Gymnospermes, de Fougères, de Lycopodes et de Bryophytes (**Brundrett, 2002**)Ce sont donc des espèces à large spectre d'hôte, mycorhizant de très nombreuses espèces végétales et qui par conséquent peuvent se rencontrer dans des écosystèmes très divers (**Smith et al.,2004**).

Le champignon endomycorhizien extraradriculaire est représenté par des hyphes qui se ramifient dans le sol et qui sont reliées à des spores.

Le champignon intraradriculaire présent quatre types d'organisation des pelotons intracellulaires, des hyphes siphonnées, des vésicules et des arbuscules (**Harrion, 2005**).

Le terme arbuscule caractérisant les champignons MA décrit la structure typique formée par toutes les espèces de cet ordre. Les arbuscules, prennent l'apparence d'un arbuste, dont la durée de vie se situe entre 4 à 10 jours et on ne les retrouve qu'à l'intérieur des cellules corticales de la racine. Cette particularité permet de caractériser les champignons MA comme endomycorhiziens en opposition aux champignons ectomycorhiziens ou les hyphes s'intercalent entre les cellules racinaires de leur hôte sans jamais y pénétrer.

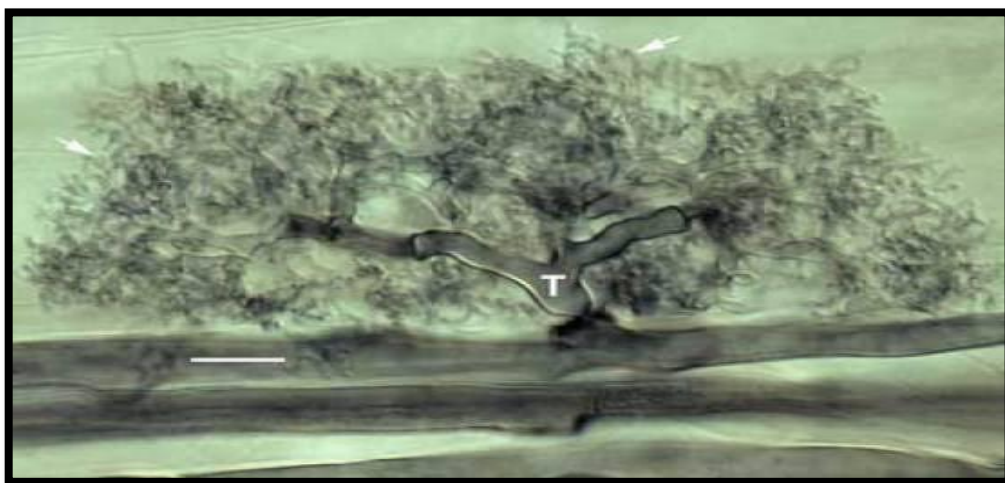


Figure 9: Structure d'un arbuscule chez les endomycorhizes (**Fortin et al., 2008**).

Grace à leur structure singulière très ramifiée, les arbuscules permettent d'accroître considérablement la surface de contact entre le champignon et la plante. Ce qui a renforcé l'idée que les arbuscules sont le siège privilégié d'échanges de nutriments entre les symbiotes (**Hause et Fester, 2005**).

Malgré sa position intracellulaire, l'arbuscule n'est pas véritablement l'héberge .

Certaines espèces de champignons MA, notamment celles du genre *Glomus*, forment aussi des organes de réserve appelés vésicules qui à l'instar des arbuscules peuvent se retrouver à l'intérieur des cellules corticales mais également intercalées entre celles-ci, de forme variable, elles renferment d'abondants lipides et de nombreux noyaux (**Smith et Read, 1997**).

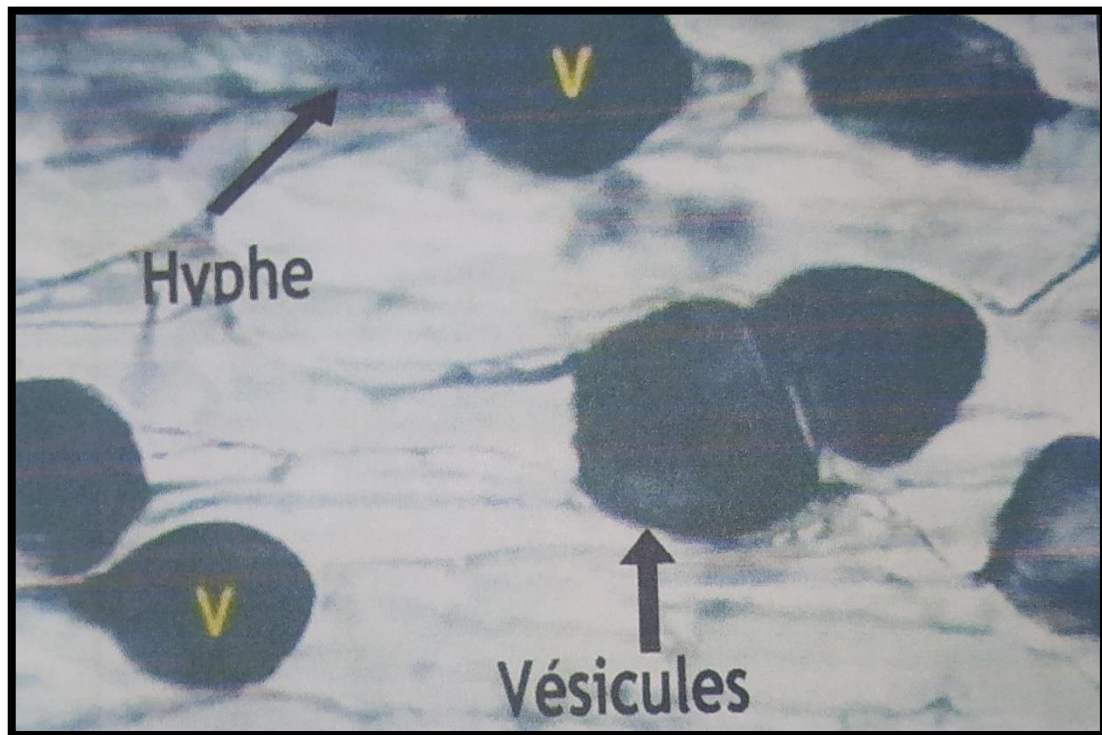


Figure 10: Aspect morphologique des vésicules chez les endomycorhizes (**Fortin et al., 2008**).

Il est par conséquent reconnu que les vésicules sont d'importants organes de réserve chez les champignons MA mais peuvent également endosser la fonction de propagule.

Une classification récente regroupe les champignons MA sous l'embranchement des Glomeromycota (anciennement Glomales), qui sont généralement rencontrés chez les

légumineuses. Il regroupe 4 ordres, 8 familles, 12 genres et environ 200 espèces (Schussler et al.,2006). Ce sont tous des symbiotes obligatoires incapables de compléter leur cycle vital sans hôte végétal.

Il existe plusieurs genres de champignon à savoir Gifospora, Glomus...etc

II.3.1.1 Genre Glomus :

C'est un genre de champignon endomycorhizien, le plus ubiquiste des Glomeromycota (Shwarzott et al., 2011), il se reproduit de manière asexuée, les spores sont produites à la fin de l'hyphe. Ce genre domine la plupart des écosystèmes perturbés.

Ces spores, plurinuclées germent dans le sol et produisent des filaments de 2 à 30 mm de longueur. Les composés carbonés de la spore sont mobilisés et contribuent à l'édification d'un tube germinatif coenocytique.

Toutes les espèces appartenant au genre Glomus, environ 90 espèces, vivent en symbiose avec les plantes, parmi elles Glomus intraradices (Brundrett,2002).



Figure 11: Aspect morphologique d'une spore de Glomus sp. (Brundrett, 2002).

11.3.2-Les ectomycorhizes (ECM):

Les ectomycorhizes (du grec *ektos*, au dehors), sont caractérisées par la présence d'un manteau fongique entourant la racine et d'un réseau de Hartig s'insinuant entre les cellules corticales (**Boullard, 1982, Durrieu, 1993, Lafon et al., 1996**)

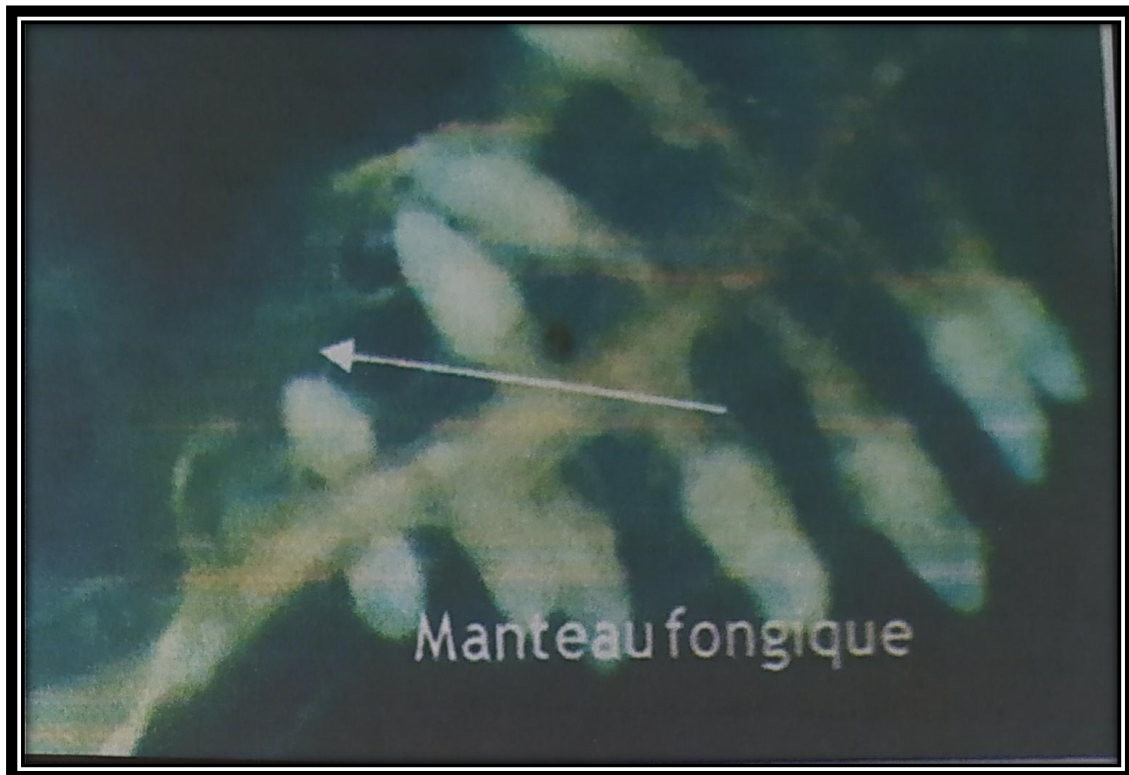


Figure 12: Aspect du manteau fongique chez les ectomycorhizes (**Fortin et al., 2008**).

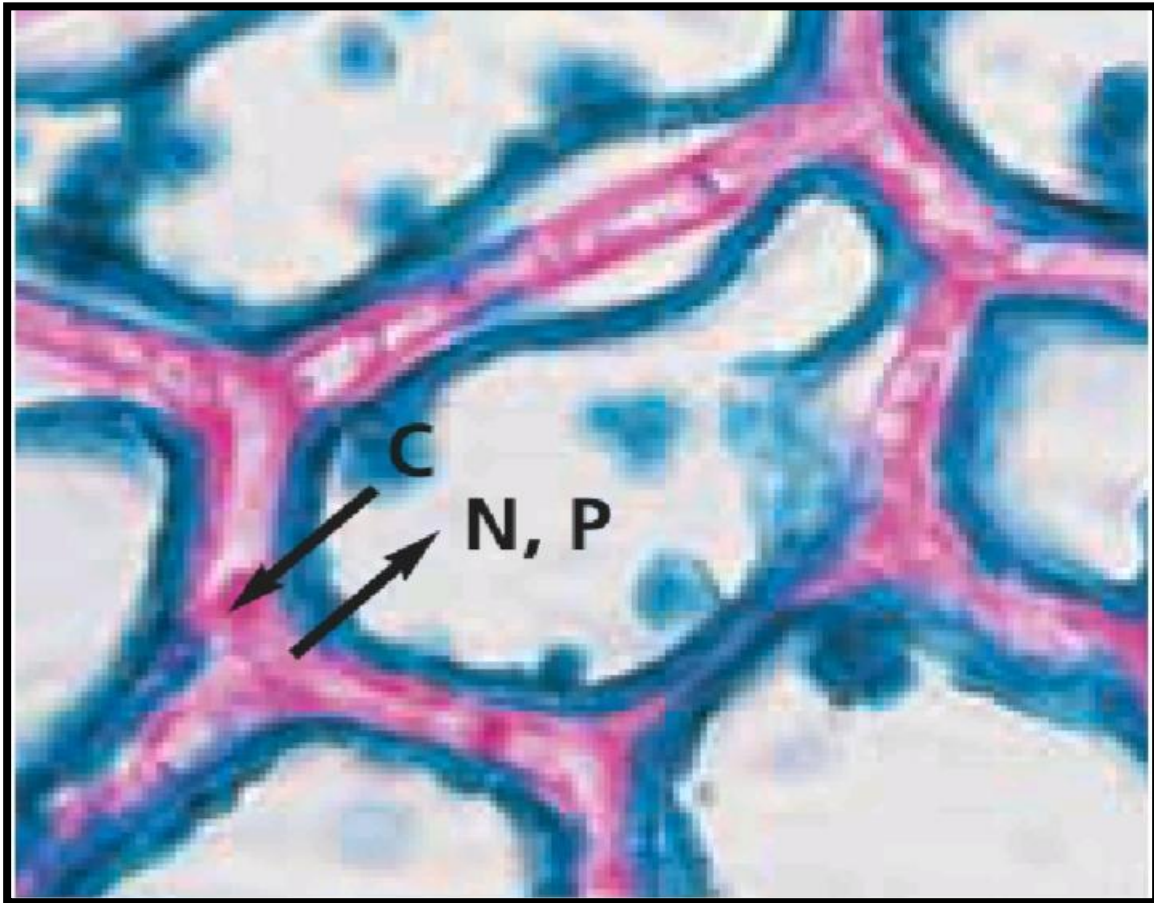


Figure 13: Coupe transversale d'une racine ectomycorhize montrant le réseau de Hartig (Fortin et al.,2008).

L'ectomycorhization modifie la morphologie des racines de la plante hôte, les racines courtes deviennent épaisses, se ramifient et s'entourent d'un feutrage mycélien (Durrieu, 1993, Peterson et Farqhar, 1994).

On observe les ectomycorhizes sur environ 10 des espèces végétales. Plusieurs champignons comestibles sont la fructification de la symbiose ectomycorhizienne. La majorité des champignons formant les ectomycorhizes sont des Ascomycetes (Truffes, Terfez) et des basidiomycètes (Amanites, Chanterelles) (Davet, 1996).

Au niveau anatomique, l'ectomycorhizes est caractérisée par :

- Des hyphes extra matricielles se propageant dans le milieu extérieur et assumant un rôle essentiel d'exploration et d'absorption.

- Des hyphes étroitement agglomérées et formant un pseudoparenchyme et constituant le manchon mycélien ou un manteau gainant la racine.
- Des hyphes du réseau de Hartig qui s'insinuent entre les cellules du cortex racinaire.

Sans jamais pénétrer dans les cellules de l'hôte, c'est à leur niveau que sont supposés s'effectuer les échanges d'éléments nutritifs (sucres, acides aminés, éléments minéraux) (**Boullard, 1990**).

II.3.3-Les ectendomycorhizes:

Comme les ECM, les champignons ectendomycorhiziens forment un manchon fongique autour des racines et un réseau de Hartig intercellulaire mais en plus les hyphes pénètrent à l'intérieur des cellules.

Ces hyphes intracellulaires sont soit sous formes de pelotons (mycorhizes arbutoides) soit sous formes d'hyphes très courts (mycorhizes monotropoides).

Ces types de mycorhizes sont restreints à des genres de végétaux particuliers les ectendomycorhizes arbutoides se trouvent chez les genres *Arbutus* et *Arctostaphylos* de la famille des *Éricacées* et les ectendomycorhizes monotropoides colonisent les plantes monchlorophylliennes des *Monotropaceae*.

Ces champignons ectendomycorhiziens sont des basidiomycètes.

II.4-Classification des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA)

La taxonomie des CMA a d'abord été construite par morpho typage des spores, en tenant compte à la fois des similitudes structurales entre les spores mais aussi des caractères ayant une importance phylogénétique (**Morton et Baenny, 1990**).

Les études morphologiques et phylogénétiques récentes ont permis de regrouper toutes les espèces mycorhiziennes à arbuscules en un nouvel embranchement, les *Glomeromycota*, répartis en quatre ordres composant dix familles et quinze genres et environ 200 espèces. Le tout est associé à environ 225000 espèces végétales terrestres (**Schubler et al., 2007**).

L'emploi d'outils de biologie moléculaire a permis de situer l'origine de ces endosymbiotes à environ 400 millions d'années avant notre ère, soit en même temps

que l'apparition des premières plantes terrestres (Jeffries et al., 2003); (Gianinazzi et al., 2010).

Tableau 6: Proposition de classification des champignons Glomeromycota dans le Règne de Fungi (Strümer, 2012).

Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre
Gerdemanne et Trappe(1974) Zygomycota	Zygomycetes	Endogonales	Endogonaceae	Glomus Sclerocystis Acawlospora Gigaspora
Morton et Benny (1990) Zygomycota	Zygomycetes	Glomerales	Glomeraceae Acaulosporaceae Gigasporaceae	• <i>Glomus</i> <i>Sclerocystis</i> • <i>Acaulaspora</i> <i>Entrophaspora</i> • <i>Gigaspora</i> <i>Scutelloapra</i>
Schubler et al.(2001)		Glomerales	Glomeraceae Gigasporaceae Acaulosporaceae	<i>Glomus</i> <i>Gigaspora</i> <i>Scutellospora</i> <i>Acaulospora</i> <i>Entrophospora</i>

Glomeromycota	Glomeromycetes	Diversisporales Paraglomerales Archacosporales	Diverusporacea Paraglomeraceae Archacosporaceaa Geosiphonaceae	<i>Diversispora</i> <i>Paraglomus</i> <i>Archaeospora</i> <i>Geosiphon</i>
Walker et Schubler (2010) Glomeromycota	Glomeromycetes	GLOMERALS Diversisporales Paraglomérales Archéosporales	Glomeraceae Claroidegeolomera- ceae-e Giasporaceae Acaulosporaceae Entrophosporaceae Pacisporaceae Diversisporaceae Paraglomeraceae Archaeosporaceae Ambisporaceae	<i>Glomus</i> <i>Funneliformis</i> <i>Sclerocystis</i> <i>Rhizophagus</i> <i>Claroideoglo-</i> <i>mus</i> <i>Gigaspora</i> <i>Racocetra</i> <i>Scutellospora</i> <i>Acaulospora</i> <i>Entrophospor-</i> <i>a</i> <i>Pacispora</i> <i>Diversispora</i> <i>Otospora</i> <i>Redeckera</i> <i>Paraglomus</i> <i>Archaeospora</i>

			Geosiphonaceae	<i>Ambispora</i> <i>Geosiphon</i>	
.Oehel et al (2011)	Glomeromycetes	Glomerales	Glomeraceae	<i>Glomus</i> <i>Funneliformis</i> <i>Simiglomus</i> <i>Septogomus</i>	
Glomeromycota			Diversisporales	Claroidegeolomeraceae	<i>Claroideoglomus</i> <i>Viscospora</i>
				Diversisporaceae	<i>Diversispora</i> <i>Redeckera</i> <i>Otospora</i>
			Gigasporales	Entrophosporaceae	<i>Entrophospora</i>
		Acaulosporaceae		<i>Acaulospora</i> <i>Kuklospora</i>	
		Pacisporaceae		<i>Pacispora</i>	
		Gigasporaceae		<i>Gigaspora</i>	
Archaeosporomycetes		Archaeosporales	Scutellosporaceae	<i>Scutellospora</i> <i>Orbispora</i>	
			Paraglomeral	Racocetraceae	<i>Racocetra</i> <i>Cetraspora</i>
Dentiscutataceae		<i>Dentiscutata</i> <i>Fuscutata</i> <i>Quatunica</i>			
Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i>				

				<i>Intraspora</i>
			Ambisporaceae	<i>Ambispora</i>
			Geosiphonaceae	<i>Geosiphon</i>
			Paraglomeraceae	<i>Paraglomus</i>

II.5-Structure des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA)

II.5.1-Spore

La spore sert d'organe de stockage et de propagation des CMA. Elle germe et donne naissance à des filaments mycéliens. Lorsque les hyphes entrent en contact avec une jeune racine, ils forment un appressorium, entre et se propage rapidement, il se différencie à l'intérieur des racines en arbuscules et dans certains cas en vésicules **(Bouchet et al., 2005)**.

La spore est produite à l'extrémité d'un hyphe sporogène ou suspenseur; structure reliant la spore aux hyphes du mycelium dont la morphologie est utilisée pour identifier certains genres de CMA, ou à l'intérieur des racines, dans le sol ou encore elles adhèrent aux racines du végétale **(Schenk et Perez, 1990): (Souza et al., 2005)**.

Le nombre de spores produites dépend de l'espèce fongique, de l'espèce végétale, de la fertilité du sol, de l'application de fertilisants et de l'intensité de la lumière **(Blaszowski, 1993)**.

II.5.2-Arbuscule

L'arbuscule est l'unité au niveau de laquelle se produisent les échanges entre la plante hôte et le champignon. C'est une ramification latérale des hyphes fongiques dans les cellules du cortex racinaire où le champignon pénètre et croît à l'intérieur. La membrane de la cellule hôte s'invagine et enveloppe le champignon, ce nouveau compartiment fournit un contact direct entre le champignon et la plante **(Guissou,2001)**.

II.5.3-Vésicule

La vésicule est une structure de stockage à paroi fine, à contenu lipidique et apparait généralement dans les espaces intercellulaires (**Harley et Smith, 1983**); (**Bonfante-Fasolo, 1984**).

II.5.4-Hyphe extra-radiculaire :

L'hyphe extra-radiculaire produit par le champignon mycorhizien à arbuscule est l'un des organes de propagation et il peut coloniser une plante autre que la plante dont ils sont issus

II.6-Rôles des mycorhizes:

Les champignons mycorhiziens arbusculaires représentent un élément incontournable dans la progression vers une agriculture alternative moins polluante et dont les produits sont exempts de résidus chimiques (**Jeffries et al., 2003**). Ils jouent un rôle très important dans:

- l'amélioration de la nutrition minérale des plantes (**Grimoldi et al., 2005**).
- la résistance à la sécheresse (**Neumann et George, 2004**).
- l'agrégation du sol (**Piotrowski et al., 2004**). la production d'hormones et la floraison précoce des plantes hôtes (**Gaur et Adholeya, 2005, Usha et al., 2005**).
- la protection phytosanitaire (**Doumas-Gaudot, 2000, Whipps, 2004**).
- l'amélioration de la fixation de l'azote atmosphérique par le biais de l'augmentation du nombre et du poids de nodules (**Jia et Gray, 2004**).

II.6.1-Amélioration de la nutrition phosphatée

Dans toutes les comparaisons plante témoin plante mycorhizée, on observe que la quantité de phosphore prélevée est plus importante chez la plante mycorhizée (**Mosse, 1973**). De façon générale, les plantes mycorhizées accumulent plus de phosphore que les plantes non mycorhizées. Cette accumulation est due à une absorption par le champignon puisqu'elle disparaît par l'application d'un fongicide. Le phosphore est stocké dans les structures fongiques sous forme de polyphosphates, il

est ensuite transféré à la plante au niveau de l'interface arbusculaire (**Gianinazzi Pearson et Gianinazzi, 1986**).

11.6.2-Amélioration de la nutrition azotée

Les premiers travaux sur la contribution des mycorhizes à la nutrition azotée de la plante-hôte ont été menés sur les endomycorhizes éricoides, puis sur les ectomycorhizes (**Plassard et al., 1985,1991**).

L'intervention des endomycorhizes à arbuscules dans la nutrition azotée de la plante hôte a peu étudiée. (**Handley et al., 1993**)

II.6.3-Production de messagers chimiques (hormones):

Des phytohormones, des auxines qui agissent en quantité infinitésimale, stimulent le développement de racines dans lesquelles de jeunes hyphes pourront entrer facilement. Le développement du système racinaire est ainsi facilité (**Johansson et al, 2004**).

II.6.4-Amélioration de la nutrition en oligo-éléments:

Si l'amélioration de la nutrition minérale par la symbiose mycorhizienne a été surtout étudiée pour le phosphore, on sait qu'une nutrition équilibrée dépend aussi d'autres éléments tels le soufre ou les oligo-éléments comme le cuivre, le zinc, le manganèse et le fer (**Tinker, 1984; Kothari et al., 1990**).

11.6.5-Tolérance aux excès de certains éléments minéraux :

Certains sols (par exemple les terrils laissés à la friche), peuvent présenter un excès de magnésium qui élimine les plantes herbacées. Des études ont montré que les plantes tolérantes étaient protégées par les champignons qui stockaient l'excès de magnésium dans des mycorhizes (**Joner et Leyval, 2003**)

II.6.6-Protection phytosanitaire:

Dans le sol, tout autour de la racine, dans la rhizosphère, de nombreux micro-organismes sont présents et cherchent à établir des relations avec la racine. Si certains sont symbiotiques ou commensaux, d'autres se comportent parfois en dangereux ravageurs, parasites ou sont phytopathogènes. L'association des capacités de défense des hyphes et des capacités de défense de la plante permet souvent une lutte beaucoup

plus efficace contre les bactéries et champignons pathogènes et même parfois contre les nématodes (**Duponnois et Cadet, 1994**).

De nombreux champignons sont également capables de produire des substances antibiotiques qui protègent la plante-hôte. Dans 1 gramme de sol de mycorhizosphère, il est possible d'avoir 12 mètres d'hyphes de champignons endomycorhizosphère. Outre les avantages apportés à la plante-hôte, ce réseau permet la communication entre les diverses plantes d'une même culture (**Smith et Read, 2008**).

A horizontal orange scroll graphic with rounded ends and a slight 3D effect, containing the chapter title.

chapitre III Matériels Et Méthodes

III-MATERIEL ET METHODES:

III.1 –PRESENTATION DE LA REGION ET DE LA STATION D'ETUDE

La wilaya d'el Tarf

III.1.1.1 Historique

La wilaya d'El Tarf est issue du dernier découpage administratif de 1984 et est structurée en un Chef-lieu de wilaya composée de sept (07) daïra regroupant vingt-quatre (24) communes (Bouazouni O.,2004).

III.1.1.2 Situation géographique

Elle se situe à l'extrême Nord-est du pays à proximité de la frontière tunisienne, elle est limitée au Nord par la mer Méditerranéenne, à l'Est par la République Tunisienne, à l'ouest par la wilaya d'Annaba et au sud par les wilayets de Guelma et Souk-Ahras.(fig.14)



Figure 14 : Carte de la situation géographique de wilaya d'El Tarf (google earth, 2020)

III.1.2 La situation géographique de la région de Zitouna:

Zitouna est une commune de la wilaya d'El Tarf en Algérie.

Localisation

est un village se situant au Nord-Est de l'Algérie au Sud-Est de la wilaya d'El Tarf à 111 mètres d'altitude maximale. C'est une commune frontalière avec la Tunisie.

Superficie

Le territoire administratif de la commune s'étend sur une superficie de 159,6 km².

Communes limitrophes:

La commune de Zitouna est délimitée à l'Est par la commune de Bougous, à l'Ouest par la commune de Cheffia, au Sud-ouest par la commune d'Aïn Kerma, au Nord par les communes d'El Tarf et de Bouteldja, au Sud et au Sud-est par la frontière algéro-tunisienne.

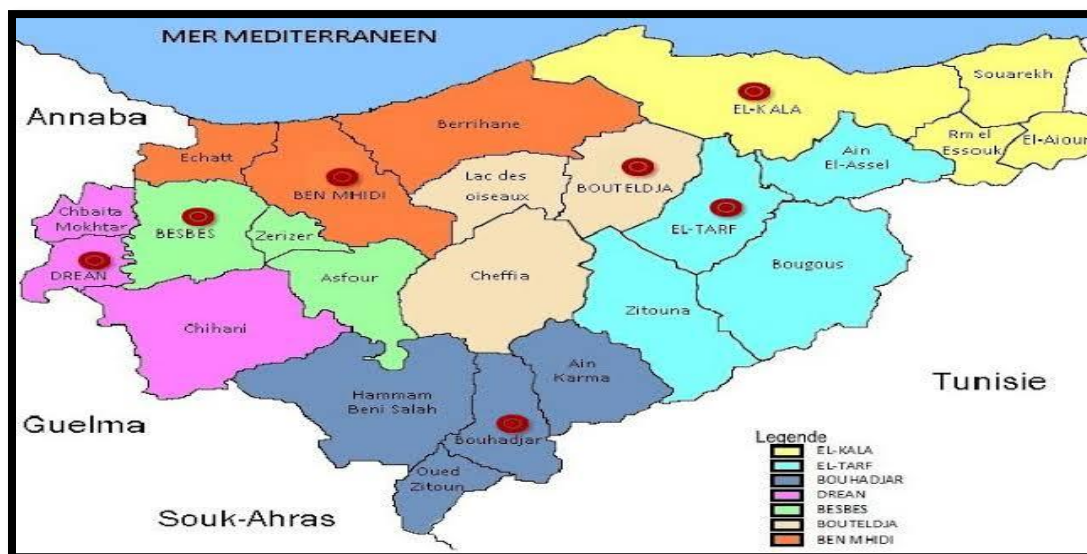


Figure 15 : Localisation de la commune dans la wilaya d'El Tarf .(wikipedia.2023)

III-2 Evaluation de la biodiversité et de l'abondance des spores de CMA présentes dans le sol d'étude:

III.2.1 Méthode d'extraction des spores fongiques:

La connaissance de la biologie et l'écologie des champignons MA est limitée par des difficultés de techniques à la fois pour identifier et qualifier les espèces présentes dans les sols.(**Brundrett et Abbott, 2002**).

Le nombre et la nature des spores varient en fonction du type de sol, de son traitement ainsi que du type de culture. Les spores des CMA sont les plus souvent libres dans le sol Généralement, elles ont un diamètre de 50 à 500 micromètres et peuvent donc être séparées des fines particules de sol par tamisage humide (**Gerdemann et nicolson, 1963**).

La technique de tamisage consiste à:

Superposer une série de tamis (**6 tamis**) de mailles micrométriques de différentes ouvertures : 1mm, 355 μm , 150 μm ,100 μm ,50 μm et 45 μm .

L'échantillon de sol (200 g) est déposé sur la série de tamis et soumis à un jet d'eau du robinet jusqu'à ce que l'eau qui en sorte devienne claire et limpide (**Fig .16.1**). Les tamisats du sol de chaque tamis sont recueillies dans des flacons étiquetés.(**fig.16.4**)

Une fraction de chaque flacon est versé dans une boîte de Pétri (**fig.16.5**) , diluée avec de l'eau distillée et observée à la loupe binoculaire. Les spores sont récoltées à l'aide d'une micropipette (**Fig. 16.2 et 16.3**) afin d'être montées entre lame et lamelle et observées au microscope.

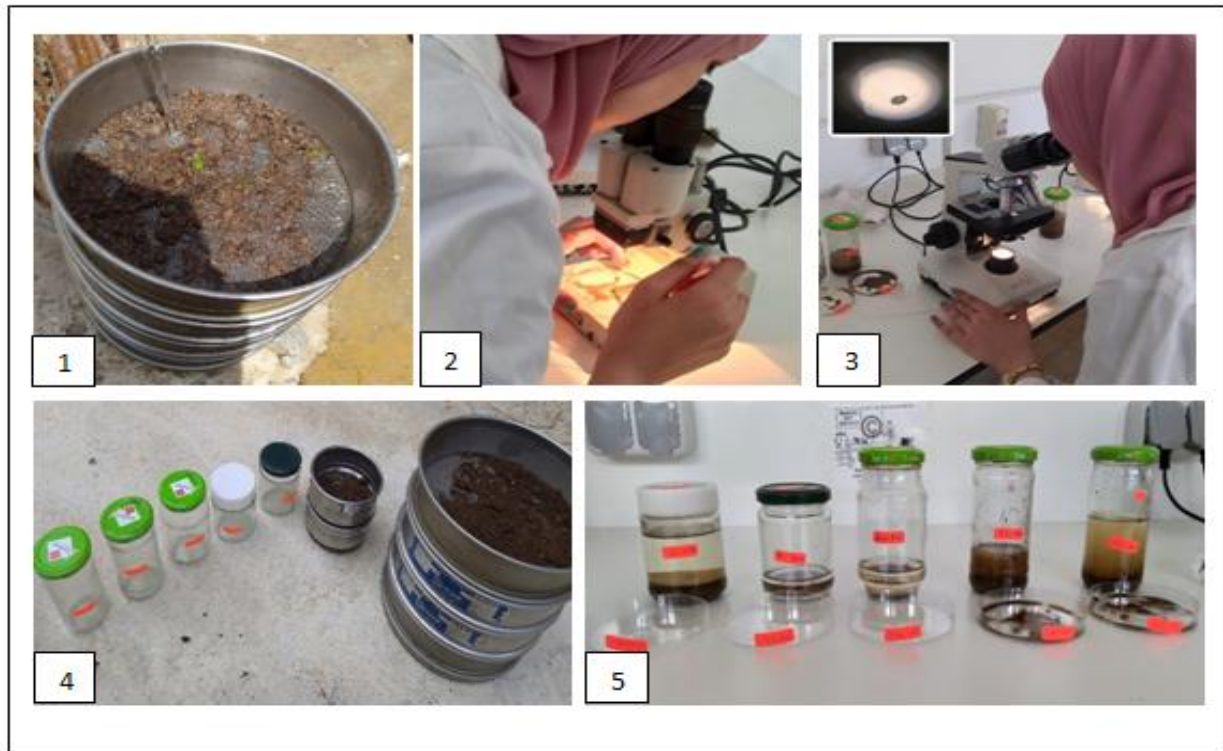


Figure 16 : Méthodes d'extraction des spores fongiques

- 1-Extraction des spores par la méthode du tamisage humide,
- 2- Récolte des spores.
- 3-Description des spores
- 4-les tamis (6 tamis) et les flacons étiquetés
- 5-Une fraction de chaque flacon est versé dans une boîte de Pétri.

III.2.2 Description des spores:

III.2.2.1 Morphologie générale:

Forme de la spore

La forme de la spore peut être sphérique, subsphérique, ronde, ovale, obovale, etc.

Détermination de la couleur:

La couleur des spores les plus claires et des spores les plus foncées est donnée sous la forme d'une formule exprimée en pourcentage de Cyan, Magenta, Jaune et Noir suivant le code de couleur défini par **INVAM**

Formule = % Cyan/Magenta/yellow/Black

Taille de la spore:

Le diamètre des spores est estimé au microscope optique à l'aide d'un micromètre oculaire.

Afin d'obtenir une bonne estimation de la taille de la spore, il est préférable de choisir, suivant la taille de la spore, le plus fort grossissement permettant de mesurer, en une fois son diamètre.

Le calibrage du micromètre est donné dans le tableau :

Tableau 7: Échelle de la texture

Pourcentage d'humidité (%)	Texture
<12	Sableuse
12-24	Sablo-limoneuse
24-37.5	Limoneuse-sableuse
37.5-45	Limoneuse-argileuse
>75	Argileuse

Ces mesures permettent d'observer les valeurs minimum et maximum et de calculer une valeur moyenne de la taille des spores d'une espèce. Le nombre de mesures effectuées ainsi que le nombre de spores par classe de diamètre sont généralement mentionnés

Exemple à l'objectif 10, nous avons constaté que le diamètre de la spore comprend 9 graduations de 10 am chacune ce qui correspond à 9x10-90 µm.

Tableau 8 : Correspondance entre la lecture à l'objectif (nombre de graduations) et la dimension réelle de l'objet mesuré.

Objectif	04	10	20	40	100
Graduation= x µm	22	10	6	4	1

Particularités remarquables:

Des particularités morphologiques permettent, dans bien des cas, de déterminer les

Genres *Glomus*, *Simiglomus*, *Claroideoglomus*, *diversispora*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis*, *Scutellospora*, *Fusutata*, *Racocetra*, *Paraglomus*, *Archaeospora*, *Ambispora*, *Paraglomus*. Ces particularités sont.

-Présence d'un hyphes suspenseur pour le genre *Glomus*.

-Présence de cellule sporogène bulbiforme avec ou sans prolongement hyphal pour les genres *Gigaspora* et *Scutellospora*.

Ces caractères sont très importants dans la taxonomie des glomales et permettent de séparer les différents genres qui composent ce principal ordre des champignons mycorrhiziens Arbusculaires.

III.3 Mise en évidence de la colonisation des racines du L'arachide par les CMA:

Les champignons MA n'étant pas décelables à l'œil nu, pour pouvoir les observer et les détecter au niveau des racines, il est nécessaire de faire subir à ces dernières un traitement qui permet de les mettre en évidence.

Les échantillons racinaires sont lavés et séparés délicatement afin de les débarrasser de toute particule de terre, Tous les nodules collés aux racines sont détachés et réservés.(**fig17.2**)

Les racines lavées sont recueillies dans des tubes en plastique munis à leur base d'une grille en acier inoxydable. Les tubes sont rassemblés et rangés dans un cristalliseur et traités comme suit:

- Immerger les racines dans une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH)(**fig16.3**).
- Mettre le cristalliseur muni des tubes dans un bain marie à 100°C.(**fig 17.4**).
- Laisser chauffer pendant 30 minutes, l'utilisation de la sodium a pour effet de vider les cellules de leur contenu cytoplasmique.
- Rincer les tubes à l'eau du robinet afin d'éliminer toute trace de sodium(**NaOH**)(**fig17.5**)

Plonger les fragments racinaires contenus dans le cristalliseur successivement dans

duperoxyde d'hydrogène (H_2O_2 , a10 vol) pendant 30 minutes pour éclaircir les racines.
(fig17.6)

- Plonger les racines ensuite dans HCl pendant 10 minutes.**(fig17.7)**
- Rincer de nouveau les racines éclaircies.
- Puis découpés en fragments d'environ 1 cm de longueur et puis on met les Fragments racinaires sur la lame et couvrez-la avec Lamelle et examinez-les au microscope.**(fig17.8)**



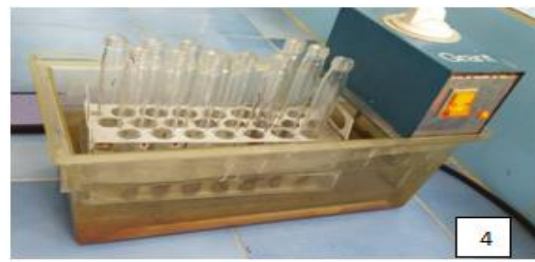
1: les Racine de l'arachide



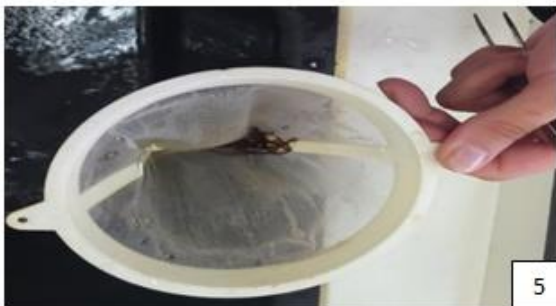
2: Détachement des nodules



3: Immersion des racines dans l'NaOH



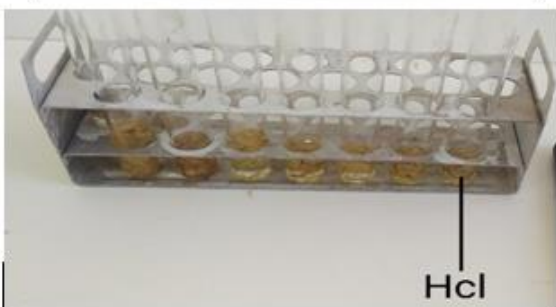
4: Mettre les Tubes dans un bain-marie.



5: Lavage à l'eau courante



6: Immersion des racines dans l'H₂O₂



7: des tubes contiennent les racines avec l'HCl



8: Conservation des racines

Figure 17: méthodes de colonisation des racines de l'arachide par les CMA (**Cheloufi et Boukhatem2023**)

An orange scroll graphic with a gradient from light to dark orange, featuring a vertical strip on the left and a small circular detail at the top right corner.

Chapitre IV: Résultat Et Discussion

1. ETAT DE LA COLONISATION MYCORHIZIENNE ARBUSCULAIRE DE L'ARACHIDE DANS LA STATION D'ETUDE.

I.1.Résultats:

I.1.1. Diversité sporale

Pour évaluer la diversité des spores fongiques de la rhizosphère de l'arachide dans les deux stations d'étude (station d'El tarf (Okbet echaïr) et la station de Zitouna), il nous était nécessaire et indispensable d'essayer de faire l'identification des spores rencontrées dans le sol de deux stations d'étude.

L'observation des différents tamisats du sol a permis de déceler une abondance et une diversité sporale notable pour un sol inondé dans la station d'El Tarf (Okbet echaïr) et une diversité inexistante dans la station de Zitouna.

Malgré l'utilisation de la clé de détermination de Schench et Perez (1986) et celle de Blazkowski (2006) l'identification des spores fongiques a été très difficile et que ces spores ont toujours pose de grands problèmes taxonomiques. C'est pourquoi nous avons, souvent, été contraints de nous arrêter au rang Genre.

Nous avons pu distinguer des morphotypes qui appartiendraient au genre *Glomus* (dominant).

Quelques structures remarquables de la spore sont mesurées au microscope à l'aide d'un micromètre oculaire aux objectifs 10 et 40. Les dimensions sont exprimées en micromètres (μm). Les différents morphotypes observés sont présentés sous forme de fiches.

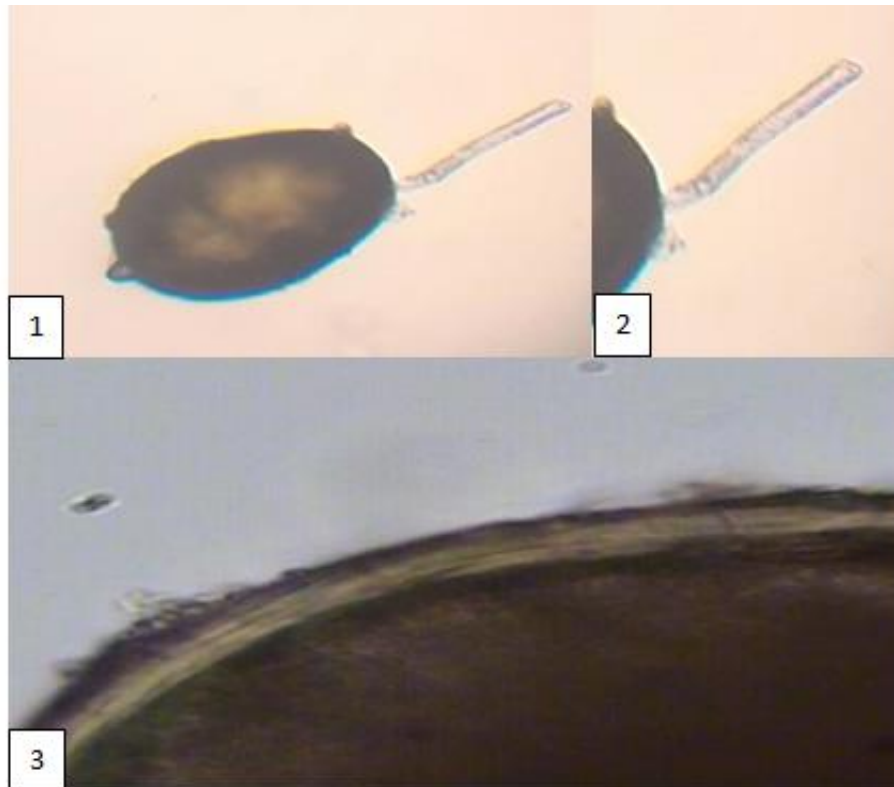


Figure 18 : Présentation du morphotype le plus abondant (*Glomus mosseae*) (Cheloufi et boukhatem, 2023)

- 1-Spore entière Gx100
- 2-Hyphe d'attache Gx100
- 3-Paroi de la spore Gx400

Spore de forme ovale, de 100 à 110 μm de diamètre, de couleur 10% Cyan /80% Magenta / 7% yellow / 3% Black dont la paroi présentant trois couches.

L'hyphe suspenseur en forme allongé avec une queue en forme d'un baton et cloisonné, de couleur magenta incrusté de cyan et de yellow. Sa paroi formée d'une à trois couches est continue.

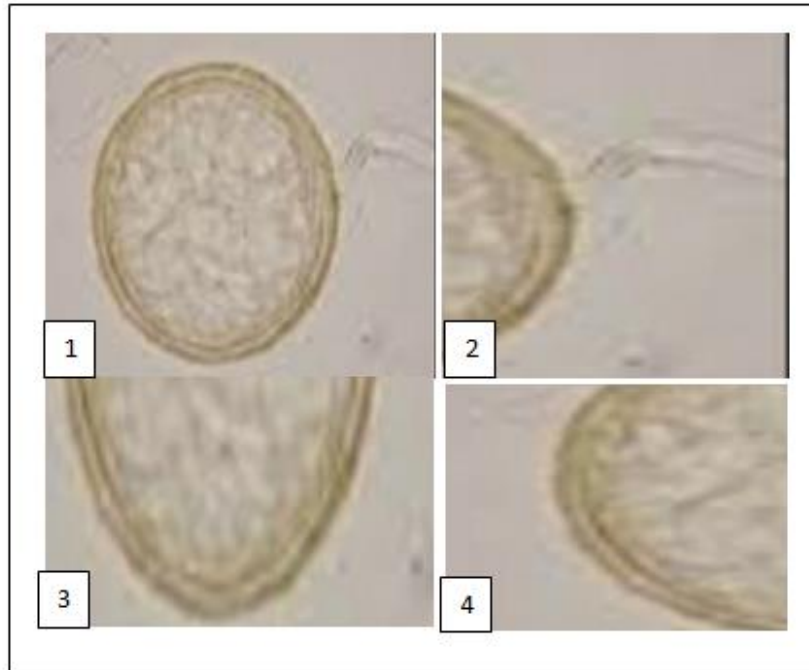


Figure 19: Présentation du morphotype 2 (Cheloufi et boukhatem, 2023)

- 1-Spore entière Gx100
- 2-Hyphe d'attache Gx100
- 3-Paroi de la spore Gx100
- 4-Paroi de la spore Gx400

Spore de forme sphérique, de 40-50 µm de diamètre, de couleur 0% Cyan / 0% Magenta / 100% Yellow / 00% Black dont la paroi présentant deux couches dont l'interne réagissant au Melzer.

L'hyphe suspenseur droit long. Il est de couleur yellow .Sa paroi formée de deux couches continues.

D'après la description de Schenck et Perez (1986) et celle de Blaszkowski (2006), nous estimons qu'il s'agit de *Glomus caledonium*.

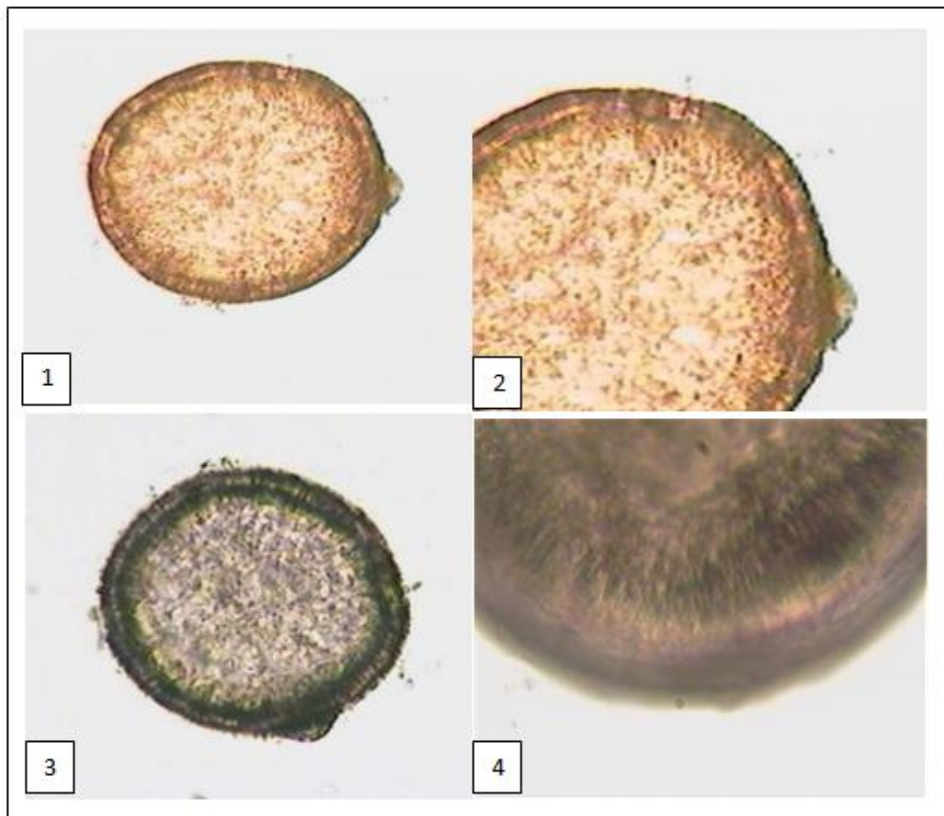


Figure20: Présentation du morphotype 3 (Cheloufi et boukhatem, 2023)

- 1:** spore entière Gx100.
- 2:** hyphe d'attache Gx400.
- 3:** spore Gx100.
- 4:** paroi de la spore Gx400

Spore de forme sphérique, de 110 μ m de diamètre, de couleur 15% Cyan /15 % Magenta /60% Yellow / 10% Black dont la paroi présentant trois couches réagissant au Melzer.

L'hyphe suspenseur en forme mamelon, de couleur yellow incrusté de black et magenta. Sa paroi formée d'une couche discontinue.

Vu la difficulté rencontrés dans l'identification de cette espèce appartenant au genre **Glomus**. Nous la nommons *Glomus sp1*.

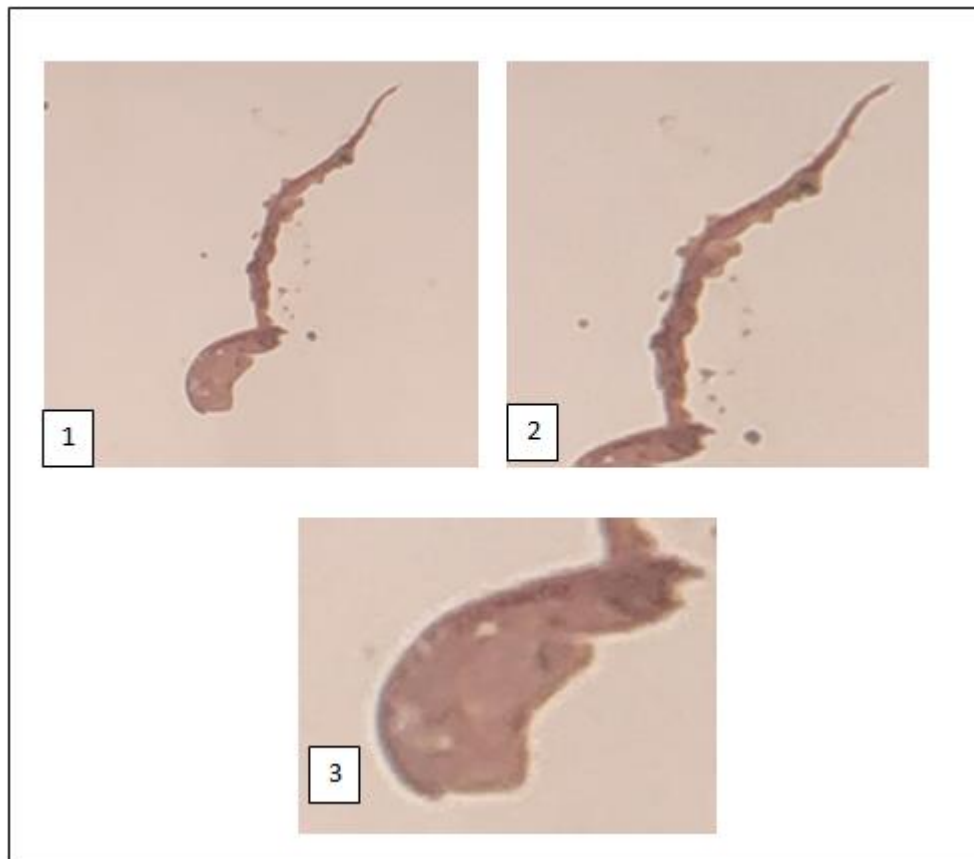


Figure 21: Présentation du morphotype 4(Cheloufi et boukhatem, 2023)

- 1-spore entière Gx100.
- 2-Hyphe d'attache Gx100.
- 3- paroi de la spore Gx100.

Spore de forme irrégulière, de 40-50 µm de diamètre, de couleur 10 %Cyan / 60% Magenta / 20% Yellow / 10% Black dont la paroi présentant trois couches réagissant L'hyphe suspenseur grand, de couleur yellow, magenta et cyan. Sa paroi formée de trois couches continues.

Vu la difficulté rencontrés dans l'identification de cette espèce appartenant au genre *Glomus*. Nous la nommons ***Glomus sp3***.

I.1.2. La mycorhization naturelle de l'arachide dans les stations d'étude.

L'examen microscopique des racines d'arachide prélevées du site d'El Tarf (Okbet echaïr) au cours de l'année 2023, pendant la saison de culture, révèle une forte colonisation par les champignons MA.

La colonisation se manifeste par différentes structures, à savoir l'existence de mycelium (**fig 22.1**).

La colonisation des racines par les CMA s'est surtout manifestée par la présence de spore sphérique extracellulaire (**fig 22.2**)

Le cortex racinaire est envahi par de nombreuses vésicules intracellulaires de taille et de forme variables (**fig.22,3**) qui fonctionnent comme des organes de stockage et/ou de propagules qui peuvent être structurellement et fonctionnellement similaires aux spores des champignons MA dans le sol.

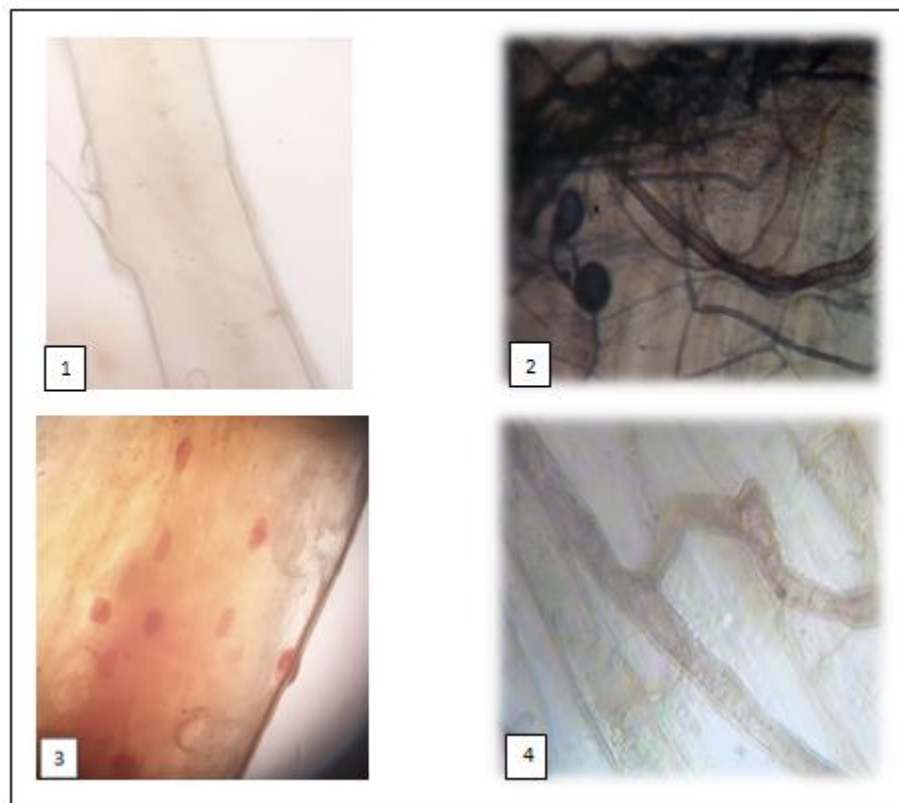


Figure 22: Différentes formes de colonisation MA chez l'arachide
(**cheloufi, Boukhatem 2023**)

- 1** : spore extracellulaires
- 2** : mycélium et 2 spores extracellulaires
- 3** : vésicules intracellulaires
- 4** : mycélium et vésicule

I.2.Discussion:

La colonisation MA est importante sous le climat d'El tarf (climat humide). Selon la littérature, la sécheresse, ou l'aridité de façon générale, a un effet négatif sur le développement des mycorhizes. En effet, même si la sécheresse n'empêche pas complètement la croissance des mycorhizes, toutefois, elle provoque un taux plus élevé de la dormance des racines et un taux d'allongement réduit des racines-mères (**Feilet *al*, 1988**). Il est noté qu'une même plante développe plus de racines sous un climat humide que sous un climat aride (**Feil *et al*, 1988; Madhava Rao, 2006**). Les racines plus développées auront donc plus de chance de rencontrer les spores fongiques des MA présentes dans le sol d'où une colonisation plus importante (**Zangaroetal, 2013**).

Il est à noter que l'observation des arbuscules est en général assez délicate avec nos moyens d'observation. En effet, ces structures étant éphémères nécessitent un matériel de microscopie plus performant pour les distinguer correctement, ce qui suggère une sous estimation dans notre cas.

Il y a une association entre les concentrations de phosphate assimilable du sol et l'intensité de la colonisation mycorhizienne chez les plantes cultivées. Les niveaux élevés de phosphore dans le sol empêchent certains champignons MA de fournir des avantages substantiel pour les plantes hôtes et peuvent influencer sur la répartition de ces champignons (**Juniper *et Abbott*, 1993**). Selon **Mohammad *et al*. (2003)**, le nombre de spores est négativement corrélé avec les taux de phosphore dans le sol.

Les plantes mycorhizées montrent que plus forte concentration de phosphore dans leurs tissus que les plantes non mycorhizées ce qui augmente leur croissance (**Lopez-Sanchez *etal*, 1992**). L'ajout d'engrais phosphatés diminue le taux de colonisation endomycorhizienne(**Jakobsen, 1986 ; Fraga-Beddiar *et le Tacon*, 1990**). Dans les champs cultivés, le nombre de spores semblent atteindre un maximum dans des conditions où les applications de phosphates nécessaires pour la croissance maximale de plantes se font le moins. Cette relation est probablement corrélée avec les effets du phosphate sur les longueurs de racines colonisées (**Porter *etal*, 1978**).

La propagation de la colonisation à de nouvelles racines, la dispersion à longue portée et la persistance de champignons mycorhiziens dans les écosystèmes, sont dépendantes de la formation de propagules qui sont résistantes aux conditions du sol et aux conditions environnementales. Ces propagules de champignons MA comprennent des spores asexuées formées dans le sol, des fragments de racines contenant des hyphes et des vésicules (structures de stockage) et des hyphes du sol (**Brundrett et Abbott, 2002**).

En réalité, plusieurs facteurs peuvent influencer sur l'estimation du nombre de propagules de CMA à savoir ; les conditions de l'expérience, la température et le temps de récolte qui peuvent changer le résultat en raison de leurs effets sur la croissance des racines et des propagules, et donc sur leur interception (**Wilson et Trinick, 1998**).

Les plantes ont normalement plus d'un champignon MA simultanément présents dans leurs racines (**Abbott et Robson, 1978 ; Abbott et Robson, 1981; Merryweather et Fitter, 1998a**). Des preuves indirectes montrent que différents champignons ont des rôles différents dans les sols (**Merryweather et Fitter, 1998b**).



Conclusion

Conclusion

L'objectif majeur de notre travail est de comparer l'abondance des spores des champignons mycorhiziens chez l'arachide dans la station d'EL Tarf et la station de Zitouna au niveau de la wilaya d'EL Tarf. La finalité étant la diversité sporale présente dans la rhizosphère de l'arachide et l'infection mycorhizienne

Au terme de cette étude, il nous est permis d'évoquer les principaux résultats obtenus: Notre travail nous a permis de mettre en évidence les aspects biologiques et écologiques qui entourent les symbioses endomycorhiziennes (à vésicules et arbuscules) chez l'arachide dans la station d'étude.

Dans notre première investigation, nous avons démontré que les racines prélevées de la station d'El tarf étaient colonisées par les endomycorhizes à vésicules et arbuscules et nous avons démontrés la présence des vésicules, des spores extra racinaires et des mycéliums par contre la station de Zitouna est complètement dépourvues d'infection.

Dans notre deuxième investigation et sur un plan qualitatif, l'utilisation de la méthode de tamisage humide a permis de mettre en évidence une biodiversité relative en champignons endomycorhizogènes dans le sol de la station d'El tarf. Nous avons pu distinguer la présence d'un seul genre, à savoir le genre *Glomus*. Vu les difficultés et les incertitudes rencontrées dans la détermination des espèces, nous n'avons pas pu en faire l'identification et nous nous sommes arrêtés au rang genre pour certains morphotypes. Par contre la station de Zitouna est complètement dépourvues de spores fongiques cela est expliqué par le type de sol non favorable pour l'arachide d'un part et les mycorhizes d'autre part.

Donc la symbiose mycorhizienne ouvrirait des perspectives prometteuses à l'agriculture algérienne et lui éviterait en même temps, l'utilisation massive des engrais permettant, par là-même, des économies budgétaires notables et la protection de notre environnement.

Ce travail mériterait d'être poursuivi notamment pour:

-L'identification moléculaire de souches indigènes utilisées et la recherche et la sélection d'autres souches de champignons pouvant infecter un large éventail de cultures. Il est nécessaire aussi de les conserver dans une mycothèque locale et pourquoi pas les répertorier au niveau de la banque mondiale des glomales. Ce qui permettra ultérieurement la production d'inoculum prêts à l'emploi.

L'inoculation contrôlée par les mycorhizes en pépinière de la variété d'arachide étudié constitue une alternative prometteuse qui pourrait améliorer nettement la culture de cette plante et de là, sa production en gousses tout en préservant la qualité du sol. Il est aussi important de s'intéresser au problème de compétitivités et de recherche des souches compétitives et performantes

.-Enfin, la recherche de spores fongiques a montré une biodiversité relative en morphotypes lesquelles il faudra les identifier par l'outil moléculaire et sélectionner les meilleurs pour d'éventuel programme d'inoculation contrôlée. En conclusion l'arachide est une culture considérée comme illicite dans la région car les cultivateurs épuisent le sol en exploitant la plante entière à la fois pour l'alimentation humaine et comme fourrage.

Cependant, elle fait partie du terroir de la Wilaya. Il est donc suggéré d'inciter les producteurs à restituer au sol la partie souterraine de la plante pour assurer le réapprovisionnement du sol en éléments minéraux et organiques



Références Bibliographiques

Référence :

Aune J.B. (2007). Meilleures techniques et approches de développement pour l'amélioration de l'agriculture au sahel. 32p.

Acaulosporaceae and Gigasporaceae with an emendation of Glomaceae. Mycotaxon 37 471-491.

Anonyme 2023 AGUIEB, Zineb et MESSAI BELGACEM, Messaouda 2018 . Valorisation des arachides (*Arachis hypogea* L.) cultivées à la Wilaya D'El-Oued.

Anonyme, 2009. Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Tous

Anonyme, 2015. Direction Services Agricoles d'el Tarf. Service statistique.

Anonyme, 2020.

-Anonyme, 2020

Azcon R, Barea JM(1992). The effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal .

Beck, D.P; L.A. Materon; F. Afondi. (1993). Practical Rhizobium-Legume Tchnology Manuala.Technical Manual N°19. ICARDA Box 5466, Aleppo, Syria

Ben Mbarek K., 2011. Comportement du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) du type kabuli vis-à-vis du stress hydrique et identification de géotypes tolérants la sécheresse. These de Doctorat en Sciences Agronomiques. Universite de Sousse Chott-Mariem, Tunisie, 247p.

-Béraud, 2007: Etude des effets génotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* (Fabaceae) exposée au cadmium. Application du test *Vicia*-micronoyaux à des matrices complexes. Metz: Université de Metz 107 p.

-Blaszowski J., 1993. *Scutellospora armeniaca*, a new species in Glomales (zygomycetes) from plaid *Mycologia*, 84(6): 939-944.

-Bonfanite-fasolo P., 1984. Anatomy and morphology of VA mycorrhizae, In VA

- mycorrhiza Powell, CL. et Bagayaraj, DJ, CRC Press, Boca Raton, 5-33.
- Boullard B.,1990 Guerre et paix dans le règne végétal Ed Ellipes,France 245-279p.
- Boullard B.,1982.Brève réponse à une question:que recouvre la notion de mycorrhize In Les mycorrhizes partie intégrante de la plante Biologie et perspectives d'utilisation. 13eme Coll INRA(Dijon) :15-20p
- Brundrett MC, Abbott LK (2002). Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity. Kluwer Academic Publishers.K. Sivasithamparam, K.W.Dixon and R.L., Barrett(Eds) pp: 151-193
- Ben Mbarek K., 2011. Comportement du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) du type kabuli vis-à-vis du stress hydrique et identification de génotypes tolérants la sécheresse. These de Doctorat en Sciences Agronomiques. Universite de Sousse Chott-Mariem, Tunisie, 247p.
- Bencherif, R (2003). Etude de la symbiose *Rhizobium-Vicia faba* Major (L.). Nodulation et fixation d'azote. Mémoire de magistère en biochimie et microbiologie appliqué. Université Mentouri. Constantine.
- Béraud, 2007: Etude des effets génotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* (Fabaceae) exposée au cadmium. Application du test *Vicia*-micronoyaux à des
- Blaszowski J., 1993. *Scutellospora armeniaca*, a new species in Glomales (zygomycetes) from plaid *Mycologia*, 84(6): 939-944.
- Blaszowski J., 1993. *Scutellospora armeniaca*, a new species in Glomales (zygomycetes)
- Blaszowski (2006). Life cycle, signicance and strucures of arbuscular mycorrhizal, 13
- Bonfanite-fasolo P., 1984. Anatomy and morphology of VA mycorrhizae, In VA mycorrhiza Powell, CL. et Bagayaraj, DJ, CRC Press, Boca Raton, 5-33.

- Boullard B.,1982.Brève réponse à une question:que recouvre la notion de mycorhize In Les mycorhizes partie intégrante de la plante Biologie et perspectives d'utilisation. 13eme Coll INRA(Dijon) :15-20p
- Boullard B.,1990 Guerre et paix dans le règne végétal Ed Ellipes,France 245-279p.
- Brundrett MC, Abbott LK (2002). Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity. Kluwer Academic Publishers.K. Sivasithamparam, K.W.Dixon and R.L., Barrett(Eds) pp: 151-193
- Davet P., 1996. Vie microbiologique du sol et production végétale INRA 206-207p.
- Demol. (2005). Amélioration des plantes aux principales especes cultivées en régions tropicales. Site web des presses agronomiques de Gembloux ; Belgique.
- Doumas-Gaudot E., Gollote A.,Cordier
- Durrieu G., 1993. Ecologie des champignons Ed Masson,Paris,3-172p.
- Fortin J.A., Plenchette C., Piché Y.,2008 Les mycorhizes La nouvelle révolution verte Editions Multimondes, 130p.
- from plaid Mycologia, 84(6): 939-944.
- Gaur A.,Adholeya A.,2005.Diverse response of five ornamental plant species to mixed indigenous and single isolate arbuscular-mycorrhizal inocula in marginal soil amended with organic matter, Journal of Plant Nutrition(volume 28),707-723p.
- Gobat, J.M., Aragno, M., Matthey, W. (2003). Le sol vivant, 2e Edition. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, 568 p.
- Gobat, J.M., Aragno, M., Matthey, W. (2003). Le sol vivant, 2e Edition. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, 568 p.
- Grimoldi A.A., Kavanova M.,Lattanzi F.A.,et Schnyder H.,2005 Phosphorus nutrition- mediated effects of arbuscular mycorrhiza on leaf morphology and carbon allocation in perennial ryegrass,New Phytologist(volume 168),435-444p

- GUISOU T., BA A. M., PLENCHETTE C., GUINKO S., DUPONNOIS R., 2001. Effects des mycorhizes à arbuscules sur la tolérance à un stress hydrique de quatre arbres fruitiers. *Science et changements planétaires/ Sécheresse*, 12 (2): 121-127.
- HARLEY JL, SMITH S., 1983. *Mycorrhizal symbiosis*, Academic Press, 1-32, New York
- Hause B., Fester T., 2005. Molecular and cell biology of arbuscular mycorrhizal symbiosis, *Planta* (volume 221), 184-196p.
<https://www.alamyimages.fr/photo-image-un-semis-de-feves-dans-le-sol-montrant-les-racines-nouvellement>
- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto S., Turnau K., et Barea J.M., 2003 The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility *Biol Fertil. Soils*, 37:1-16p.
- Jia Y.S., Gray V.M., 2004 Inter relationship between nitrogen supply and photosynthetic parameters in *Vicia faba* L, *Photosynthetica*, 41:605-610p
- Jones, D.I. (1998), Organic acids in the rhizosphere - a critical review. *Plant & Soil*, 205: 25- 44.
- Judd W.S., Campbell C.S., Jules Bouharmont., Kellogg E.A. & Stevens P (2001) *Botanique*
- Julie CULLIMORE et Benoît LEFEBVRE (2010). Perception et transduction du signal bactérien facteur Nod dans l'établissement de la symbiose rhizobium-légumineuse : recherche et caractérisation de partenaires du LysMRIKLYK3, un récepteur putatif des facteurs Nod chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat de l'université de toulouse Délivré par l'Université Toulouse III - Paul Sabatier
Discipline ou spécialité : Biosciences Végétales.
- matrices complexes. Metz: Université de Metz 107 p.

-Morton JB, Benny GL, (1990), Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order Glomales and Gigasporineae and two new families

-Neumann E., George E., 2004 Colonization with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) enhanced phosphorus uptake from dry soil in *Sorghum bicolor* (L.), *Plant and Soil* (volume 261), 245-255p.

october 2003.

-Piotrowski J.S., Denich T., Klironomos J.N., Graham J.M., Rillig M.C., 2004. The effects of arbuscular mycorrhizas on soil aggregation depend on the interaction between plant and fungal species, *New Phytologist* (volume 164) 365-373p.

-Raab, P. & Redecker, D. (2006). Phylogeny of the Glomeromycota (arbuscular mycorrhizal fungi): recent developments and new gene markers. *Mycologia*, 98: 885-895.

-Schussler A., 2006 Glomeromycota species list.

-Smith, S.E., Smith F.A., et Jakobsen I., 2004 Functional diversity in arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake *New Phytologist* (volume 162), 511-524p.

-SOUZA F.A., 2005. Biology, ecology and evolution of the family of Gigasporaceae, arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). Thèse de doctorat. LEIDEN University, The Netherlands, 55p

-Stumer SL (2012). A history of taxonomy and systematic of arbuscular mycorrhizal fungi belonging to the phylum Glomeromycota. *Mycorrhiza* 22: 247-258.

systematique une perspective phylogénétique Edition de boeck.

Universite of Florida Press, Florida, USA, pp 241.

USA

V.,2000 Modulation of host defence systems.In Arbuscular Mycorrhizas Physiology and Function,173-200p.

-Wang, B. & Qui,Y-L. (2006). Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants Mycorrhiza, 16:229-363p.