

République Algérienne démocratique et populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université Ibn Khaldoun –Tiaret
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département nutrition et technologie agro-alimentaire
Filière des sciences agronomique



Mémoire élaboré en vue d'obtention d'un diplôme de master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Thème :

**Etude comparative des fluctuations de la
microflore du sol sous culture de céréales et
de légumineuses Tiaret**

Présenté par :

BENSAHA Zoulikha

GHEZIEL Sarah

DOUAS Wided

dirigé par :

Mme.OULBACHIR Karima

Membres du jury :

Présidente : M.MEDEBEL K

Co encadreur : M.OUADAH S

Examinatrice : Mme.BOUCHENAF A N

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidées toutes les années d'étude et nous avoir données la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Mme Oulbachir Karima pour l'honneur qu'elle nous a fait de nous encadrer et diriger notre travail, ainsi que pour son aide et ses conseils.

Nous adressons nos vifs remerciements et toute notre gratitude aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements à Mr Halouz Khaled pour son aide et son soutien.

Un grand merci est adressé à Mr NEGADI Mohamed pour sa précieuse aide au bon moment.

Nos vifs remerciements sont adressés pareillement à nos enseignants

Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

Dédicace

Je dédie cet ouvrage à mes parents et surtout à ma chère mère et grand-mère qui m'ont beaucoup aidée, encouragée et soutenue.

Je le dédie aussi à la mémoire de ma très chère tante FADHIA qui a été une grande perte pour nous tous.

Je le dédie à toutes les femmes algériennes pour leur demander de suivre le chemin de la connaissance et de la science. C'est le chemin de soie vers le paradis.

Je remercie Dieu de m'avoir accordé une chance. J'ai prouvé que je ne suis pas une déception mais au contraire je suis une joie.

Zoulikha

Dédicace

A la mémoire de ma douce et regrettée grand-mère qui m'a toujours entourée d'amour et de tendresse. Présente à jamais dans mes pensées, elle m'accompagnera tout au long de ma vie.

Je souhaite dédier ce travail à ma petite famille qui m'a toujours soutenu, une gratitude plus forte à mes parents, qui m'ont toujours supporté tout au long de mes études, entre autres, sans eux rien n'était possible.

A mes sœurs, frère, mon adorable neveu, ma nièce adorée et ma meilleure amie

A tous ceux qui me sont chers

Sarah

Dédicace

Un grand merci à l'ensemble de ma famille et plus particulièrement à mes parents, ma sœur et mes frères pour leur amour, leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien.

Wided

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
Partie bibliographique	
CHAPITRE I : Les microorganismes du sol	
1.1 Généralités.....	2
1.2 Les bactéries.....	3
1.2.1 Structure de la cellule bactérienne.....	4
1.3 Les champignons.....	4
1.3.1 Champignons imparfaits (Fungiimperfecti, Deutéromycètes)	6
1.4 Les actinomycètes	7
1.5 Les algues.....	9
1.6 Les Protozoaires	10
2 Rôles des microorganismes dans le sol et importance de leur étude.....	12
CHAPITRE II : Le blé	
1 Généralité sur le blé.....	16
2 la biologie du blé.....	16
2.1 Le cycle physiologique du blé.....	17
2.1.1 Période végétative	17
2.1.1.1 Phase Germination – levée.....	17
2.1.1.2 Phase Levée- tallage.....	17
2.1.2 Période reproductrice	18
2.1.2.1 Phase Montaison Gonflement	18
2.1.2.2 Epiaison – fécondation.....	18
2.1.2.3 Grossissement du grain	18
2.1.2.4 Maturation du grain.....	18
3. types et diversités de blé.....	20
3.1. Les blés tendres	20
3.2. Les blés durs.....	20
3.3. Les blés mitadins.....	21
4.L'importation de blé.....	21
4.1. En Algérie	21

4.2. Le blé dans le monde.....	21
CHAPITRE III : Légumineuses	
1-Généralité.....	23
2- Classifications des légumineuses	23
2-1 Mimosoideae.....	23
2-2 Caesalpinoideae	24
2-3 Papilionoideae.....	24
3- Caractères généraux des légumineuses	25
3-1 Caractères biologiques	25
3-2 Caractères diagnostiques.....	25
4 Rôle et Importance des légumineuses	26
5 Fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses	27
Chapitre IV : Les interactions Plantes-microorganismes	
1 Interaction microorganismes du sol-plante (la rhizosphère)	29
2 Microorganismes symbiotiques.....	29
3 La symbiose Rhizobia-légumineuses	30
4 Etablissement de la symbiose fixatrice de l'azote	30
5 Les étapes de la nodulation	31
6 Spécificité symbiotique	34
7 Rôle de la rhizosphère dans la fixation symbiotique d'azote	34
8 Importance de la symbiose rhizobium-légumineuses	34
Partie expérimentale	
CHAPITRE 1 : Présentation de la zone d'étude	
1 PRESENTATION DE LA ZONE DE SEBAINE.....	34
1-1 Choix de la région.....	34
1-2 Localisation de l'essai.....	34
1-2-1 Localisation Régionale	34
1-2-2 Localisation Locale.....	35
1-3 La géologie	35
1-4 La géomorphologie	35
1-5 L'occupation des sols.....	36
1-6 Le climat	36
1-6-1 La température.....	36
1-6-2 Les précipitations.....	37

1-7 Autres facteurs climatiques.....	38
1-7-1 Les orages.....	38
1-7-2 L'enneigement et la gelée blanche	39
1-7-3La neige.....	39
1-7-4 La grêle.....	39
1-8 Synthèse climatique	39
1-8-1 Diagramme Omrothèrme de Gaussen et Bagnouls.....	39
1-8-2 Quotient pluviométrique d'Emberger.....	40
Chapitre II : Matériels et méthodes	
1. Méthodes de la Caractérisation physico-chimique.....	42
2. Caractérisation microbiologique	43
2.1. Mesure de la population microbienne particulière	43
2.2. Méthodes d'analyses microbiologiques	43
2.3. Préparation des suspensions-dilutions.....	43
3. Méthode d'évaluation des actinomycètes, champignons azotobacters et bactéries aérobies	44
3.1. La numération indirecte en milieu solide.....	44
3.2. Calcul du nombre de germes par gramme de sol N	45
4. Expression de résultats.....	45
CHAPITRE III: Résultats et discussions	
1. Caractérisation physico-chimique du sol	47
2. Analyse microbiologique du sol sous culture de blé.....	47
2.2. Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé	48
2.3. Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé	49
2.4. Evolution des Azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé	50
3.1. Evolution des taux des champignons du sol en fonction du temps	51
3.2. Evolution des taux des actinomycètes du sol en fonction du temps.....	52
3.3. Evolution des taux des bactéries aérobies du sol en fonction du temps.....	53
3.4. Evolution des taux des azotobacters du sol en fonction du temps	54
Conclusion générale.....	61
Références bibliographiques	62
Annexe1	69
Résumé	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°01 : Répartition des actinomycètes dans la nature

Tableau n°02 : Classification et densité des protozoaires du sol

Tableau n°03: Température mensuelles (°C) pour les campagnes (1990 / 2019)

Tableau n°04 : Précipitations mensuelles moyennes (mm) pour les campagnes(1990 /2019)

Tableau n°05 : Caractéristiques physicochimiques du sol

Tableau n°06 :Evolution des champignons en fonction des stades végétatifs du blé

Tableau n°07 : Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé

Tableau n°08 :Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé

Tableau n°09 :Evolution des Azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé

Tableau n°10 :Variations du taux de champignon dans le sol

Tableau n°11:Variations du taux de actinomycète du lentille

Tableau n°12 : Variations du taux de bactérie aérobie du lentille.

Tableau n°13: Variations du taux de azotobacter du lentille

Tableau N°14 : Etude comparative de nombre des germes sous culture de blé et de lentille

LISTE DES FIGURES

- Figure n° 01 : Morphologies de bactéries
- Figure n° 02 : Cellule bactérienne
- Figure n° 03 : La microflore des sols
- Figure n° 04 : Conidiophores de Deutéromycètes
- Figure n° 05 : Principaux groupes d'actinomycètes
- Figure n° 06 : Morphologie de quelques algues communes dans les sols
- Figure n° 07 : Représentation schématique de quelques protozoaires. Flagellés
- Figure n° 08 : Relation sol-plantes-microorganismes
- Figure n° 09 : Le grain de blé
- Figure n° 10 : Les différents stades de développement du blé
- Figure n° 11 : Phylogénie de quelques Légumineuses
- Figure n° 12 : Nodosité sur racines des légumineuses
- Figure n° 13: Cycle de l'azote. La fixation biologique de l'azote par les bactéries en Symbiose avec les plantes actinorhiziennes
- Figure n° 14 : Réduction de l'azote atmosphérique N₂ sous forme ammoniacale
- Figure n° 15 : Stratégie d'infection par les Rhizobia
- Figure n° 16 : Situation régionale de la zone d'étude
- Figure n° 17 : situation locale de la zone d'étude
- Figure n° 18 : Diagramme ombrothermique de la station de Tiaret.
- Figure n° 19 : Emplacement de la station de Tiaret dans le climagramme d'EMBERGER,
- Figure n° 20 : Procédé de dilution de la solution du sol
- Figure n° 21 : **Evolution** des champignons en fonction des stades végétatifs du blé
- Figure n° 22 : Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé
- Figure n° 23 : Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé
- Figure n° 24 : Evolution des azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé
- Figure n° 25 : Variations du taux de champignon de lentille
- Figure n° 26 : Variations du taux d'actinomycète de lentille
- Figure n° 27 : Variations du taux de bactérie aérobie de lentille
- Figure n° 28 : Variations du taux d'azotobacter de lentille
- Figure n° 29 : comparaison des moyennes de champignons sous cultures de blé et de légumineuse

Figure n°30 : comparaison des moyennes d'actinomycètes sous culture de blé et de légumineuse

Figure n°31 : comparaison des moyennes des bactéries aérobies sous culture de blé et de légumineuse

Figure n°32 : comparaison des moyennes d'azobactères sous culture de blé et de légumineuse

LISTE DES ABREVIATIONS

Kg/ha : Kilogramme par hectare.

µm : Micromètre.

g : gramme.

P : Phosphore.

Mn : Manganèse.

Fe : Fer.

Zn : Zinc.

Cu : Cuivre.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

N₂O : Protoxyde d'azote.

CH₄ : Méthane.

Mm : Millimètre.

Cm : Centimètre.

USA : Les États-Unis.

U.R.S.S : Union des républiques socialistes soviétiques.

N₂ : di azote.

ITGC : Institut technique de Grandes cultures.

mm/an : Millimètre par an.

P : pluviométrie.

M : moyenne.

K : Kelvin.

Q : Quotient pluviométrique.

CE : Conductivité électrique.

ml : Millilitre.

CO : Carbone organique.

Da : Densité apparente.

P : Profondeur du sol.

EG : Élément grossier.

Nbr : Nombre de germe.

T : Temps.

Fig : Figure.

Introduction générale

Introduction générale

Le sol est le résultat de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent. (Aubert et al,1980)

La composition et l'activité de la faune et des communautés de plantes et de microorganismes colonisent le sol, en surface et en profondeur dépendent des propriétés particulières du sol. (Hadj-djelloul,2016).

En agronomie : le sol est le support des plantes, cultivées ou non. C'est la zone exploitée par les racines. Il englobe le domaine de la rhizosphère, zone d'échanges d'ions, de compétition pour l'eau, l'oxygène où l'activité microbienne est stimulée par la libération de composés organiques.

Le sol est un milieu polyphasique composé d'une phase solide (minérale et organique), d'une phase liquide, d'une phase gazeuse et, colonisé par des microorganismes vivants, essentiels au bon fonctionnement des sols. Ces micro-organismes sont susceptibles de libérer des éléments nutritifs utilisables par les plantes. (Camuzard, 2000)

L'objectif de notre travail consiste à déterminer les variations de la densité microbienne du sol sous culture de blé et sous une culture légumineuse (Lentille) et d'établir une étude comparative entre les deux traitements du sol (culture de blé et de légumineuse).

Notre travail se résume en quatre parties qui sont :

Une première partie réservée à la synthèse bibliographique.

La deuxième partie est consacrée aux matériels et méthodes utilisés.

La troisième partie englobe les résultats et les discussions.

Et enfin Une conclusion générale.

Partie bibliographique

CHAPITRE I

Les microorganismes du sol

CHAPITRE I : Les microorganismes du sol

1.1 Généralités :

En quittant le monde visible, palpable, et en descendant dans l'infiniment petit, là où se passe toute de la vie. Le monde microscopique se divise, lui aussi, en animaux et végétaux. Les premiers ayant surtout comme rôle de manger les seconds. Les animaux microscopiques les plus importants du sol sont les amibes, dont il existe cent à trois cents kilos par hectare et qui sont présents dans le monde entier. Certaines espèces mangent la matière organique et d'autres mangent les bactéries. Cette action carnassière est très utile, car elle permet aux populations microbiennes de rester en bonne santé, en éliminant les corps microbiens en excès et surtout en libérant des niches écologiques pour d'autres espèces microbiennes. Ainsi, par exemple, lorsqu'un brin de paille tombe au sol, il est d'abord attaqué par les bactéries capables de dégrader la cellulose et qui pullulent sur les fibres cellulosiques de la paille. Puis, les amibes mangent ces bactéries et libèrent les fibres de lignine, permettant ainsi aux champignons qui dégradent celles-ci d'intervenir. Sans l'action de ces amibes, les champignons seraient gênés par les bactéries de la cellulose et ne pourraient pas attaquer les fibres de lignine. Les amibes sont donc les régulatrices du monde microbien (Bourguignon, 2002).

Le sol constitue enfin pour l'homme une réserve de microorganismes dont il devra, à l'avenir, domestiquer un nombre croissant d'espèces en vue de satisfaire ses besoins en molécules simple (telles que les acides acétique ou citrique) et surtout en molécules complexes (vitamines, hormones, antibiotiques, enzymes, acides aminés essentiels) (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les organismes vivants du sol sont des bactéries, des champignons, des algues, des parties souterraines de plantes et une variété d'animaux, des protozoaires aux mammifères. Fait intéressant, plus de 90% de la biomasse du sol est composée d'organes végétaux souterrains (50%), principalement des racines et de la microflore (41,7%) (Calvet, 2003).

Les microorganismes sont présents dans tous les habitats de la biosphère, y compris dans les habitats souterrains. Ces habitats souterrains sont caractérisés par l'absence de lumière, une quantité limitée voire l'absence de nutriments organiques, une température relativement constante et une grande surface de minéraux (Albouvetteetal., 2011).

Tous participent à la formation et à l'évolution du sol, notamment sa partie organique, d'une manière ou d'une autre. Leur quantité et leur biomasse dans le sol dépassent souvent l'imagination des gens (Gobat, 2010).

Les bactéries et les champignons du sol peuvent être utilisés dans des supports très différents pour utiliser tous les substrats organiques situés sur la terre, et même utiliser des produits chimiques, qui de la zone de légumes et de l'animal (produits xénobiotiques) (Michel-Cauld et al 2005)

Classification :

Les organismes du sol appartiennent, d'une part à tous les groupes connus de micro-organismes (bactéries, actinomycètes, champignons, algues, protozoaires). (Dommergues et Mangenot, 1970 ; Hattori ,1973 ; Alexander, 1977 ; Berthelin et al., 1994 ; Gobat et al., 2003)

1.2 Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires (une seule cellule) relativement simples dont le matériel génétique, représenté par un seul chromosome circulaire se présentent sous plusieurs formes. (Gerard et al , 2003) .De ce fait, accéder à la diversité bactérienne de manière exhaustive constitue un des défis majeurs de ces dernières décennies en écologie microbienne et les techniques qui y sont dédiées n'ont cessé d'évoluer (Theodorakopoulos, 2013).

Les bactéries forment le groupe le plus dominant des microorganismes du sol (Morel,1996 ; Maier et al., 2009). Elles sont classées en bactéries autotrophes (utilisation de carbone sous forme minérale), et bactéries hétérotrophes (utilisation de carbone sous forme organique). Ce qui donne aux bactéries une place si importante dans le sol.C'est leur extraordinaire variabilité biochimique qui leur permet de transformer toutes les substances du sol et de les faire entrer dans le monde vivant (Bourguignon ,2002).

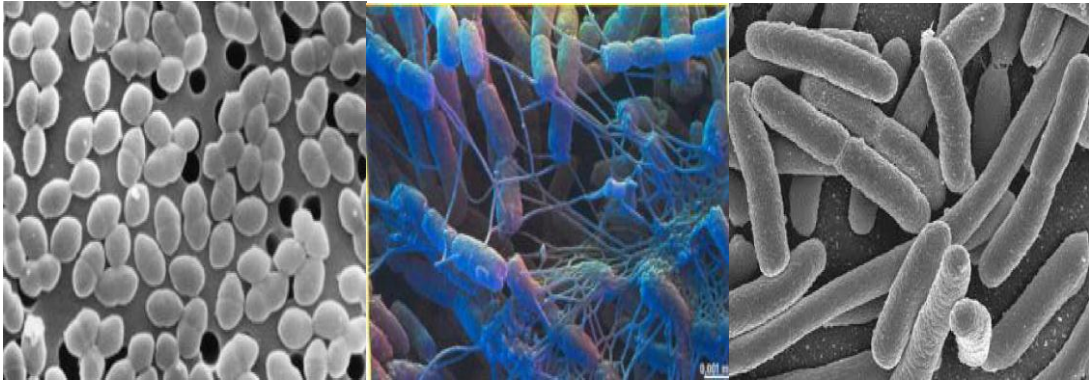


Fig N°1 : Morphologies de bactéries (Riou , 2018)

1.2.1 Structure de la cellule bactérienne :

La structure de la cellule bactérienne est constituée des éléments ci-après : la paroi, la membrane cytoplasmique, le cytoplasme, le filament d'ADN, la capsule, les cils et flagelles, les pili communs ou fimbriae, les pili sexuels et les spores (figure 5). Ces constituants sont classés en deux groupes : éléments constants et éléments inconstants. (Adjanohoun et al., 2017)

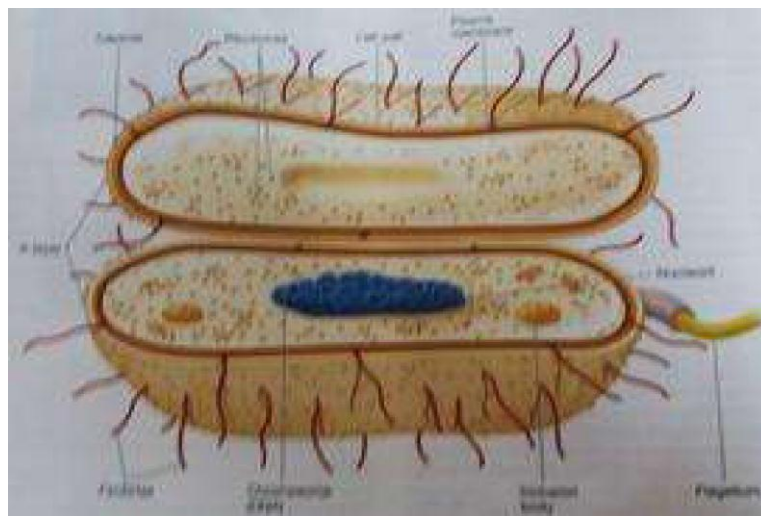


Fig N°2 : Cellule bactérienne (Adjanohoun et al., 2017)

1.3 Les champignons :

Sont des microorganismes non photosynthétiques, les champignons regroupent une grande variété d'organismes eucaryotes qui sont divisés en sous-groupes en fonction de critères morphologiques. Les champignons forment généralement des filaments fins ou hyphes qui peuvent être cloisonnés ou non et sont communément polynucléés. (Roger et al.,

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

2001). Ils sont des organismes filamenteux (moisissures) ou unicellulaires (levures) capables de se développer en saprophytes ou parasites sur tous les milieux, comme et avec les bactéries. Ce sont des hétérotrophes dépourvus de chlorophylle, ce qui les différencie à la fois des algues et des végétaux. (Adjanohoun et al., 2017).

Les microbiologistes utilisent le terme champignon pour désigner les eucaryotes, porteurs de spores, dont la nutrition est obtenue par absorption et ne contient pas de chlorophylle. Comme certaines bactéries, les champignons digèrent les matières organiques insolubles en sécrétant des exo-enzymes et puis en absorbant les nutriments dissous. (Benouadah, 2020), Comme ils ont la capacité de transporter les nutriments et de participer à la stabilité structurale d'un sol (Gobat et al., 2010).

Tous les sols contiennent une microflore abondante. La biomasse fongique est sans doute très variable suivant les cas mais on peut l'évaluer entre 120 Kg/ha et plus d'une tonne, dans les sols normaux (Djebbah , 2016)

Leurs activités métaboliques sont multiples et fondamentales à l'équilibre écologique des sols. À cause d'eux Interaction avec les racines des plantes, leur capacité à coloniser et à dégrader les plantes Composés avec de grands fragments organiques et des structures complexes. De nombreux travaux indiquent la prédominance de : Mucor, Trichoderma et Aspergillus, alors que Rhyzopus, Fusarium, Zygorhynchus, Cephalosporium, Cladosporium et Verticillium sont couramment isolés (Noumeur, 2008). Leur rôle le plus déterminant vient du fait qu'ils sont les seuls organismes sur terre, à part quelques rares bactéries, à être capable de décomposer la lignine des plantes. Or, la lignine est la principale source d'humus dans le sol. (Bourguignon ,2002).

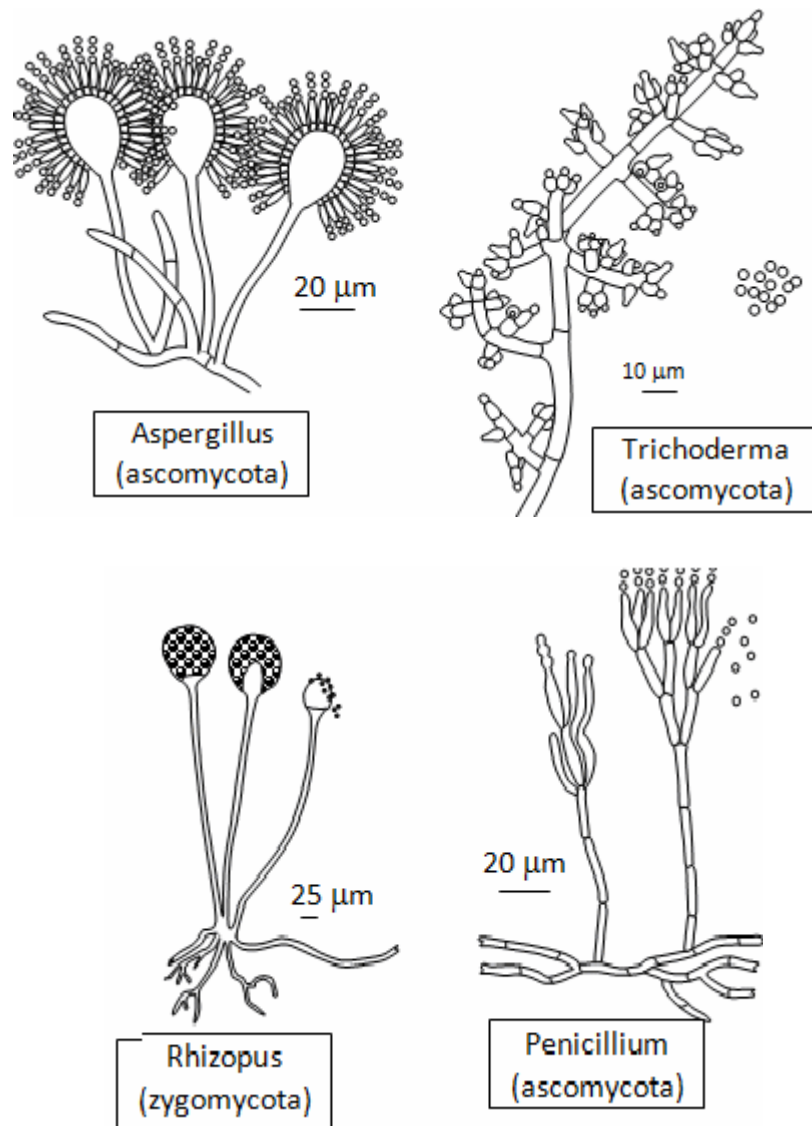


Fig N° 3:La microflore des sols est constituée de microorganismes eucaryotes champignons(Gallien,2015)

1.3.1 Champignons imparfaits (Fungiimperfecti, Deutéromycètes) :

Quand on ne connaît pas la forme de reproduction sexuée d'un champignon, il est placé dans le groupe des champignons imparfaits; mais il se peut que cette reproduction sexuée soit observée par la suite, l'espèce étant alors déplacée dans le groupe qui convient. Deux catégories sont fréquemment isolées des sols:

Les Deutéromycètes sensu stricto sont des formes caractérisées par un mycélium cloisonné septé et se reproduisent par des conidies (spores asexuées) portées par des conidiophores caractéristiques des genres (Fig. 2.8).

Les "Myceliasterilia" ne forment pas de conidies et se reproduisent par fragmentation des hyphes. (Roger et al, 2001)

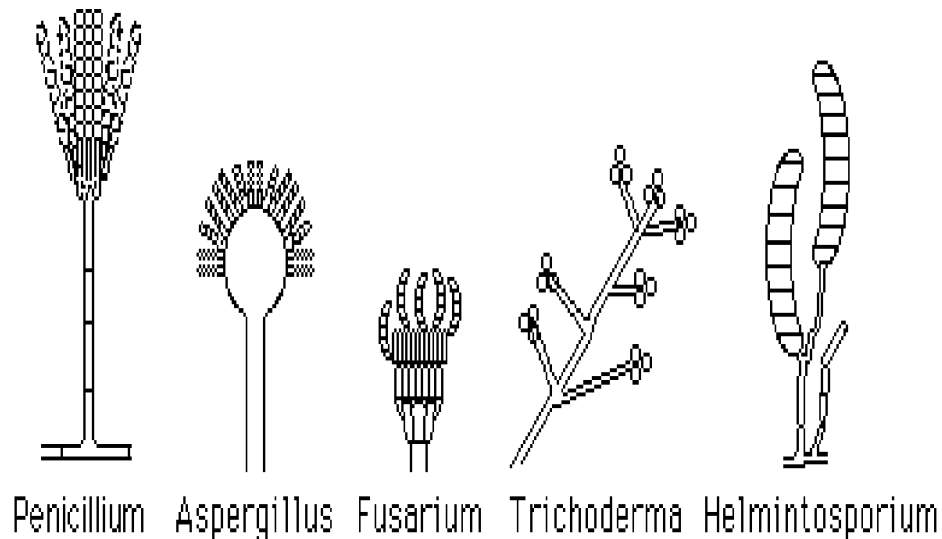


Fig N° 4 : Conidiophores de Deutéromycètes (Champignons imparfaits), (Roger et al, 2001)

1.4 Les actinomycètes :

Les actinomycètes sont intermédiaires entre les champignons et les bactéries. De ces premiers, ils ont l'aspect filamenteux et la capacité de sécréter des antibiotiques ; des seconds ; ils ont la possibilité d'effectuer de très nombreuses réactions biochimiques. Ils minéralisent aussi la matière organique et participent ainsi à l'alimentation des plantes. Certaines espèces peuvent fixer l'azote atmosphérique en association avec certains arbustes et arbres, comme l'aulne ou l'argousier. (Bourguignon, 2002).

Les actinomycètes présentent des similitudes avec les Eubactéries et les Champignons et il existe des formes de transition entre les formes mycéliennes typiques et les formes unicellulaires présentant une aptitude peu marquée à former un mycélium ramifié. Les Actinomycètes se rapprochent morphologiquement des champignons par :

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

- La formation de mycélium, souvent aérien, et de conidies;
- L'absence en culture de la turbidité caractéristique des bactéries et la formation d'amas de cellules;
- Un taux de croissance généralement cubique ($f [x^3]$) et non exponentiel comme chez les Bactéries. Toutefois les analogies entre les Champignons et les Actinomycètes sont en fait une convergence de forme plutôt que d'une parenté génétique en raison de la structure procaryote des Actinomycètes alors que les Champignons ont une structure eucaryote. (Roger et al., 2001).

Pendant longtemps, on a considéré que leur rôle dans le sol était négligeable, à cause de la lenteur de leur croissance et de leur faible pouvoir compétitif. Il semble, au contraire, que leur action soit importante en raison de leur double aptitude:

Aptitude à dégrader les substances organiques non biodégradables par les Champignons et les Bactéries.

Aptitude à produire des substances probiotiques, antibiotiques ou toxiques. (Dommergues et Mangenot, 1970).

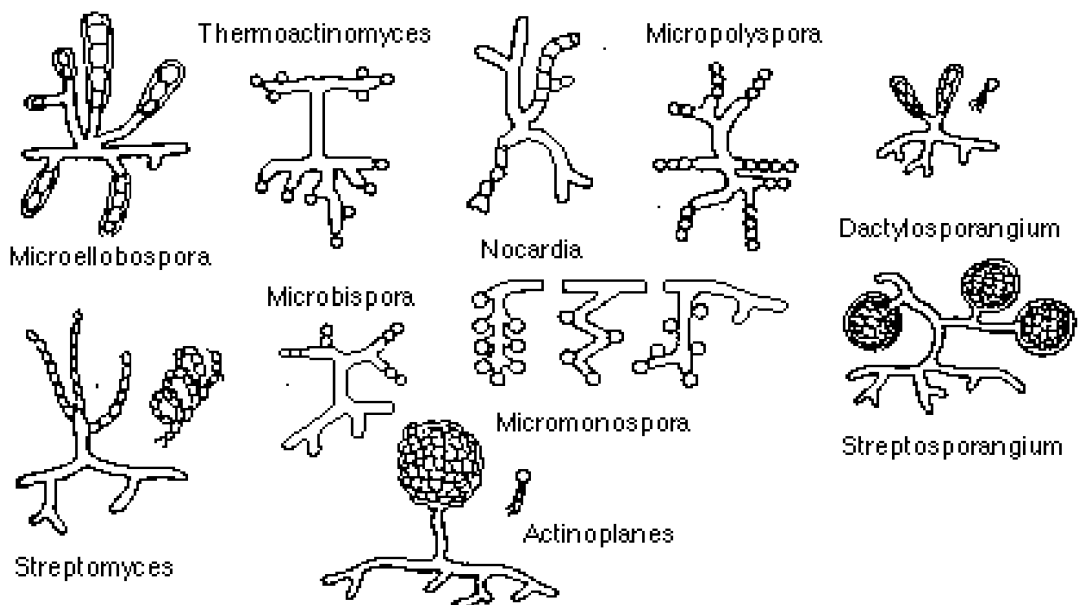


Fig N° 5 :Principaux groupes d'actinomycètes (Lechevalier et al, 1971)

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

Genre :	Habitat :
Actinomadura	Sol
Actinoplanes	Sol , eau ,litière
Frankia	Nodule de racines
Microbispora	Sol
Micromonospora	Sol , eau
Nocardia	Sol , eau
Rhodococcus	Sol , eau , fumier, Litière
Saccharomonospora	Matière en décomposition
Streptomyces	Sol , eau , litière
Streptosporangium	Sol
Thermomonospora	Matière en décomposition et fermentation

Tableau N°1 :Répartition des actinomycètes dans la nature (Goodfellow; 1983).

1.5 Les algues :

Les Algues sont des eucaryotes de formes très diverses, capables de photosynthèse et de reproduction aussi bien sexuée qu'asexuée. Les algues qui intéressent les microbiologistes sont habituellement unicellulaires. (Gerard et al., 2003).

Les Algues, du fait de leur caractère phototrophe, possèdent pour la microbiologie du sol une signification très différente de celle des bactéries ou des champignons. (Dommergues et Mangenot, 1970).

Leur activité est limitée pendant les périodes où le sol est humide. Malgré leur faible nombre (cent mille par gramme de sol),elles ont un rôle important comme sources de matière organique et comme fixatrices d'azote en symbiose avec des algues bleues. (Bourguignon, 2002). Elles protègent les environnements arides ou désertiques contre

l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol et améliorent la structure des sols exondés dont elles augmentent l'agrégation. (Roger et al., 2001).

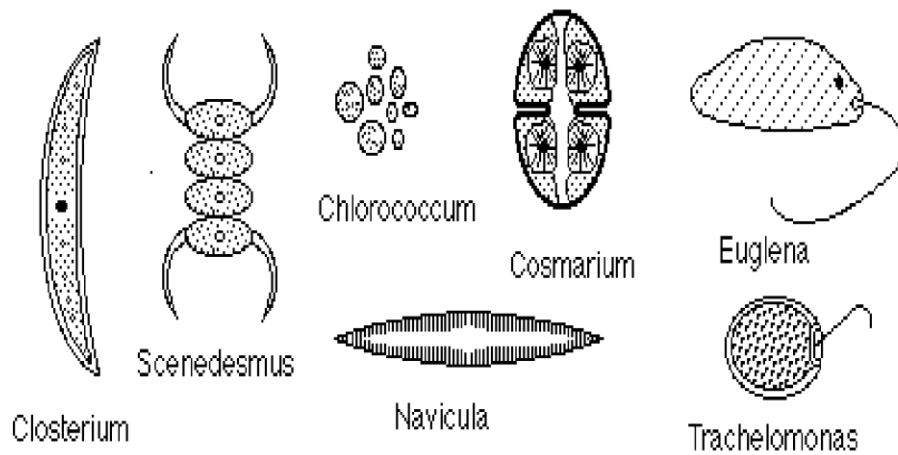


Fig N°6: Morphologie de quelques algues communes dans les sols (Roger et al, 2001)

1.6 Les Protozoaires :

Les protozoaires sont des microorganismes unicellulaires de type eucaryote de structure cellulaire complexe. Les protozoaires sont entourés d'une membrane mais ne possèdent pas de paroi cellulaire. Ils ont des formes variées et peuvent être des entités libres ou des parasites – organismes se nourrissant aux dépens d'hôtes vivants – qui absorbent ou ingèrent des composés organiques de leur environnement. Les protozoaires se reproduisent soit de façon asexuée, soit de façon sexuée, et certains utilisent les deux modes. Très souvent mobiles, ils se déplacent au moyen de pseudopodes, de flagelles ou de cils. (Gerard et al., 2003).

Plusieurs espèces de protozoaires du sol se montrent très ubiquistes et se retrouvent dans des conditions climatiques très différentes. On attribue parfois aux Amibes à thèques une préférence pour les sols acides, il en existe cependant des espèces exclusivement calcicoles (Davet, 1996).

Les Protozoaires furent classés dans le règne animal en raison de leur mobilité et de leur absence de pouvoir photosynthétique. Ce sont, en réalité, des Protistes eucaryotes au même titre que les Champignons ou les Algues. Bien que, sauf exception (Phytomastigophora), les Protozoaires soient dépourvus de chlorophylle, ils présentent des

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

affinités certaines avec les Algues, dont ils auraient pu évolutivement dériver et dont ils différeraient essentiellement par la perte irréversible des chloroplastes fonctionnels. (Dommergues, Y. Mangenot, 1970).

Le rôle des Protozoaires dans le sol est encore mal compris. Les prédateurs jouent un rôle certain dans l'équilibre biologique des sols puisqu'ils consomment de très grandes quantités de bactéries: un Rhizopode utilise environ 40000 bactéries par division cellulaire (Alexander, 1961).

Les Protozoaires peuvent se développer dans la rhizosphère de nombreuses plantes où ils pourraient jouer (1) un rôle indirect en ralentissant la prolifération des bactéries ou en stimulant leur activité, (2) un rôle direct en synthétisant des substances exerçant une action sur le développement des plantes supérieures. Leur contribution à la dégradation ou la synthèse de la matière organique dans le sol est très mal connue. Cet aspect est sans doute bien moins important que leur activité prédatrice. (Roger et al., 2001)

Sarcodina (Rhizopodes)	Protozoaires les plus simples, se déplaçant au moyen de pseudopodes	Rhizopodes amibiens. Ne possèdent pas de test. (103 à 105 g-1 de sol)	Naegleria Hartmanella Lecythium Nuclearia
	Deux groupes suivant la présence ou non d'un test dur recouvrant la cellule	Rhizopodes testacés. Test présent (103 à 104 g-1 de sol)	Diffugia Trinema Euglypha Centropyxis
Mastigiphora (Flagellés) (10 ³ à 10 ⁵ g ⁻¹ de sol)	Protozoaires pourvus de flagelles. Nombreuses espèces dotées de pseudopodes. Deux groupes suivant l'absence ou la présence de chlorophylle.	Photomastigophora Photosynthétiques (algues?)	Eugléna Clamydomonas
		Zoomastigophora Non photosynthétiques	Heteromitra Allantionomonas. Scytomonas Cercomonas Bodo Tetramitus Cercobodo
Ciliophora (Ciliés) (10 ³ g ⁻¹ de sol)	Protozoaires les plus spécialisés; dotés de cils pendant la phase adulte; organisation nucléaire particulière caractérisée par la présence de deux noyaux.		Colpoda Oxytrichia Gonostomum Pleurotrichia Balantioophorus, Enchelis

Tableau N°2 : Classification et densité des protozoaires du sol (Dommergues et al, 1970)

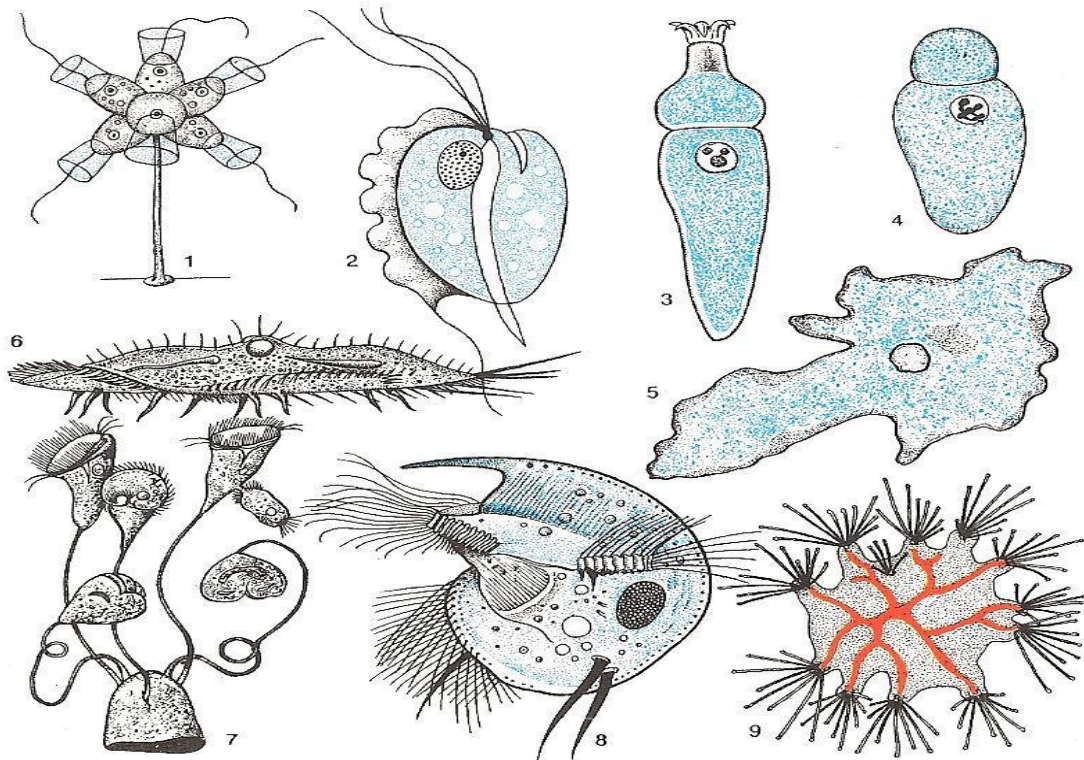


Fig N°7 : Représentation schématique de quelques protozoaires. Flagellés : 1. Codonosiga; 2. Trichomonas, sporozoaires ; 3. Corycella; 4. Gregarina, rhizopodes : 5. Amoeba, ciliés : 6. Stylonychia; 7. Vorticella; 8. Discomorpha; 9. Lernaephyra.(Djezzar, 2016)

2 Rôles des microorganismes dans le sol et importance de leur étude :

Les nouvelles stratégies de développement agricole et environnemental nécessitent de porter plus d'attention au sol et en particulier à son fonctionnement biologique. La biologie du sol est une composante significative de la ressource du sol. Les microorganismes qui y vivent jouent un rôle essentiel dans sa fertilité et la production primaire. Ce sont, en particulier, les seuls décomposeurs ultimes de la matière organique ainsi que des acteurs nécessaires dans le recyclage des nutriments au sein des grands cycles biologiques (carbone, azote, phosphore et soufre). A ce titre, les microorganismes constituent le « moteur terrestre » catalysant tous les processus biogéochimiques connus. Les fonctions utiles des microorganismes du sol dans la rhizosphère sont les suivantes :

- Décomposition des résidus de plantes, d'animaux, de microorganismes et de déchets organiques à travers la dégradation de sources carbonées (lignolyse, cellulolyse et minéralisation), la synthèse d'humus (matière organique stable et liée), la minéralisation

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

et l'immobilisation de l'azote, du soufre et du phosphore puis l'amélioration de la structure du sol (stabilité des agrégats) ;

-Nutrition à travers l'augmentation de la disponibilité de nutriments pour la plante (P, Mn, Fe, Zn, Cu), les associations mycorhiziennes symbiotiques, la production d'agents organiques utilisables et les réactions d'oxydoréduction;

-Fixation biologique d'azote par les bactéries libres ou associatives avec des plantes non légumineuses et les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote ;

-Amélioration de la croissance des plantes (effet sur la germination, le développement floral, la biomasse racinaire et aérienne) à travers la production d'hormones de croissance pour les plantes et la protection des plantes contre des pathogènes et autres organismes nuisibles ;

-Amélioration de la santé des plantes à travers la lutte contre les nématodes, les insectes et les mauvaises herbes ainsi que la protection contre des pathogènes ou autres organismes nuisibles;

-Epuración des sols et de l'eau par la biodégradation des pesticides et de contaminants exogènes notamment les hydrocarbures et les métaux (bio-rémediation), la réduction des nitrates et le recyclage des nutriments;

-Epuración de l'air par la réduction de la production de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄) ;

-Structuration du sol par la production de substances adhésives et l'agrégation de particules par des champignons filamenteux ;

-Régulation des populations microbiennes à travers la prédation des bactéries par des Protozoaires, l'antibiose et la compétition/commensalisme;

-Adaptation de plantes à des environnements sous contraintes par la sélection des plantes résistantes/tolérantes aux stress hydriques et l'amélioration de la croissance des plantes en milieu contaminé (phyto-stabilisation/ phyto-rémediation);

CHAPITRE I Les microorganismes du sol

-Conservation et enrichissement des réservoirs de biodiversité avec des organismes d'intérêt biotechnologique (enzymes en agroalimentaire et agroindustrie) et pharmaceutique (antibiotiques, anticancéreux).

Aussi, les champignons mycorhiziens arbusculaires étant des symbiotes obligatoires, nécessitent-ils impérativement une plante hôte pour se développer et se reproduire.

Pour établir la symbiose, le champignon colonise la racine avec son mycélium. Il forme des organes de réserves (les vésicules) et du mycélium et des spores dans le sol adjacent. Toutes ces structures (spores, mycéliums, vésicules, racines colonisées) permettent la survie du champignon en l'absence de plante hôte et assurent la reproduction de la symbiose (figure 6).

Les plantes, au cours de leur évolution, ont développé des morphologies particulières et des organes adaptés aux conditions du milieu, afin de satisfaire leurs besoins en éléments nutritifs. Il est aisé de comprendre que les besoins d'une graminée de prairie ne sont pas les mêmes que ceux d'un arbre. Dans le sol, le réseau mycélien développé autour de la racine colonisée par le champignon, donc la mycorhize, est le lien essentiel entre le sol qui fournit les éléments minéraux et la plante qui les consomme. Le rôle de ce réseau est d'autant plus important que la plante possède un système racinaire grossièrement ramifié, avec peu de poils absorbants.

Le sol fournit aux plantes un support, de l'eau et des éléments nutritifs. Dans un écosystème naturel non perturbé par l'homme, constituant un système fermé, les éléments minéraux sont constamment recyclés. La quantité de biomasse produite s'avère proportionnelle à la mise en disponibilité d'éléments minéraux par l'altération des roches. Lorsque l'homme intervient dans un tel système, en cultivant des plantes souvent importées et donc peu adaptées au niveau de fertilité du sol, il y a nécessairement un appauvrissement du milieu avec perte de fertilité, car les plantes cultivées consomment bien plus que ce que le sol seul peut fournir. Le système devient ouvert et les échanges contribuent à une exportation d'éléments fertilisants. (Adjanooun et al., 2017).

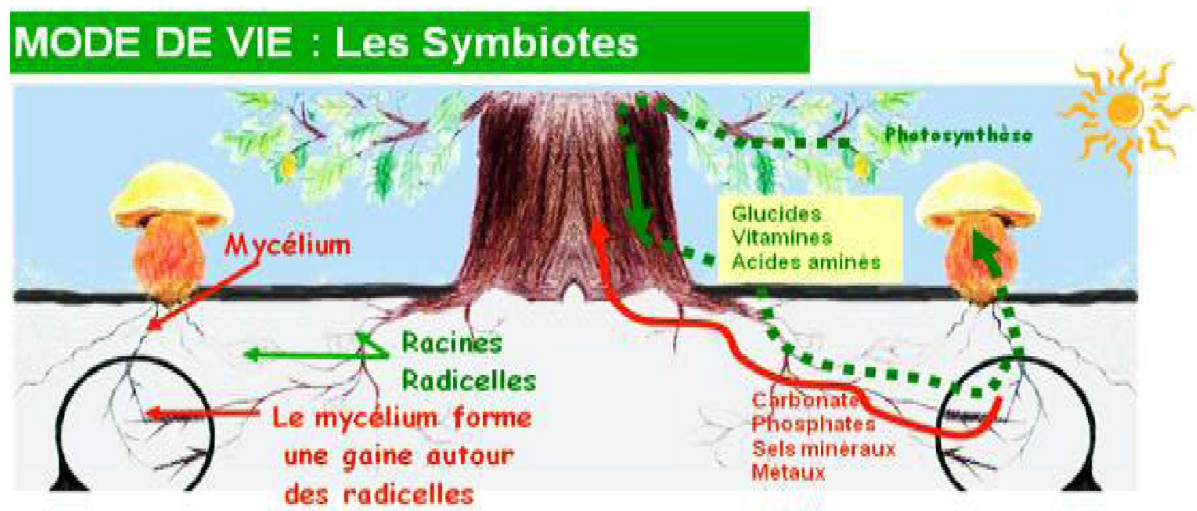


Fig N°8 : Relation sol-plantes-microorganismes (Adjanohoun et al., 2017)

CHAPITRE II

Le blé

CHAPITRE II : Le blé

1 Généralité sur le blé

« Blé » est un terme générique qui désigne les céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des Graminées ou Poacées. Le terme blé désigne également le « Grain » produit par ces plantes.

Le blé est un « produit génétique », qui n'existe que depuis environ 10000 ans .il est né au moyen-orient de la fusion entre une plantes de cultures. Le blé cultivé de nos jours est le résultat de ce mélange de gènes, qui a été amélioré au cours des siècles par sélection. (bensayah et al, 2014)

Le blé est la céréale la plus consommée dans le monde et la plus échangée sur les marchés internationaux, Elle est principalement consommée directement par les hommes sous forme de pain, galette, pâte, biscuits..., et le reste est destiné à l'alimentation animale (Sali et al, 2018)

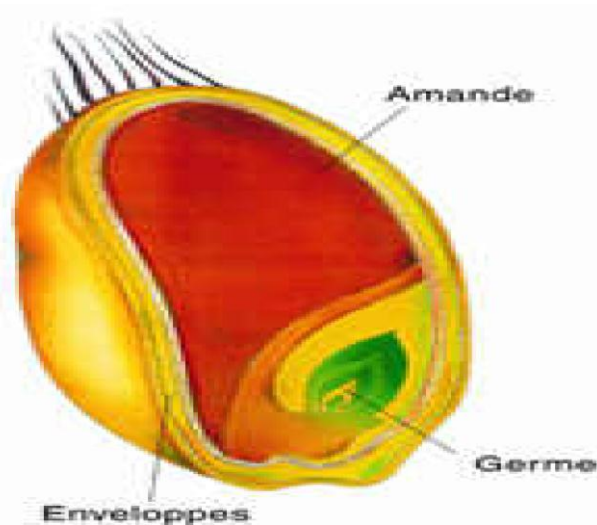


Fig n° 09: Le grain de blé (Ait-Slimane,2008)

2 la biologie du blé :

Introduction :

Qu'elle soit vivace ou annuelle, toutes les graminées ont un rythme de végétation et de fructification annuel Au cours de ses différents stades de croissance, le blé présente des

CHAPITRE II Le blé

exigences variables en eau et en matières minérales. Ainsi les différents stades du cycle de développement du blé sont tous très importants mais, toutefois, trois phases peuvent être retenues, il s'agit de la phase : Levée début Montaison, Montaison Floraison et Floraison Maturation, chacune d'elles coïncidant avec les phases d'élaboration du rendement caractérisées par l'une des composantes : épis/plant, grains/épis et poids du grain (Gate et al 1997)

2.1 Le cycle physiologique du blé :

Dans ce cycle annuel, une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser le cycle évolutif du blé en deux grandes périodes :

- Une période végétative.
- Une période reproductrice.

2.1.1 Période végétative :

Elle s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi. On y trouve deux stades :

2.1.1.1 Phase Germination – levée :

La germination est le passage de la semence de l'état de vie lente à l'état de vie active. Le grain de blé ayant absorbé au moins 30% de son poids en eau. La coléoptile joue un rôle protecteur et mécanique pour percer le sol. A la levée les premières feuilles amorcent la photosynthèse. Néanmoins les réserves du grain continuent à être utilisées. On parlera de levée lorsque 50% des plantes seront sorties de la terre (Chabi et al., 1992).

2.1.1.2 Phase Levée- tallage :

Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire. Il est caractérisé par trois caractéristiques :

- Formation du plateau de tallage
- Emission des talles,
- Sortie de nouvelles racines

CHAPITRE II Le blé

L'importance du tallage dépendra de la variété, de la densité de semis, de la densité d'adventices et de la nutrition azotée (Chikhi, 1992). Le tallage marque la fin de la période végétative et le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

2.1.2 Période reproductrice :

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi ; elle se caractérise par :

2.1.2.1 Phase Montaison Gonflement :

Elle se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, c'est la fin du tallage herbacé et la tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entrenœuds, auparavant emplies sous l'épi (Belaid, 1996). Il est suivi du stade 1 à 2 nœuds, ici les nœuds sont aisément repérables sur la tige. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Merizek, 1992).

2.1.2.2 Epiaison – fécondation :

C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que va s'effectuer la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées durant cette période critique dépendra de la nutrition azotée et l'évapotranspiration (Clement et Prats, 1970). Elle correspond au maximum de la croissance de la graine qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de transpiration qui influencent le nombre final de grain par épi.

2.1.2.3 Grossissement du grain :

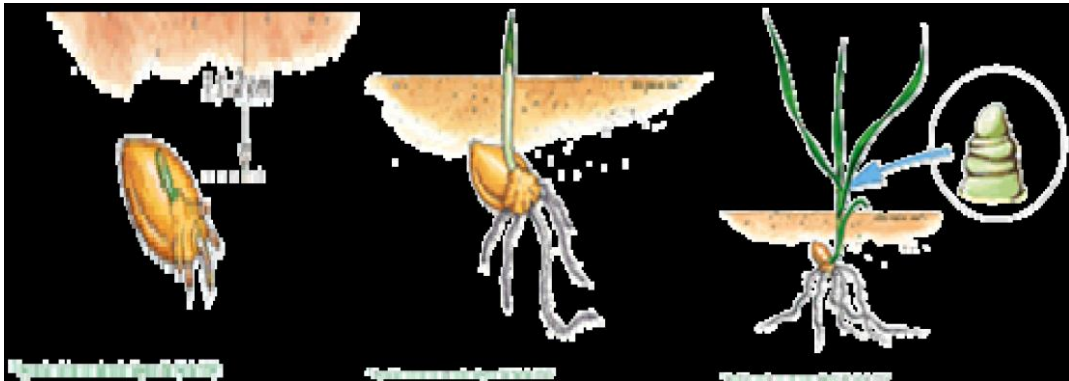
Il correspond à la croissance de l'ovaire. Il s'agit d'une phase d'intense activité de la photosynthèse. A la fin de cette phase 40 à 50% de réserves se sont accumulées dans le grain qui, ayant bien sa taille définitive, reste mou et de couleur verte. C'est le stade grain laiteux (Chabi et al., 1992).

2.1.2.4 Maturation du grain :

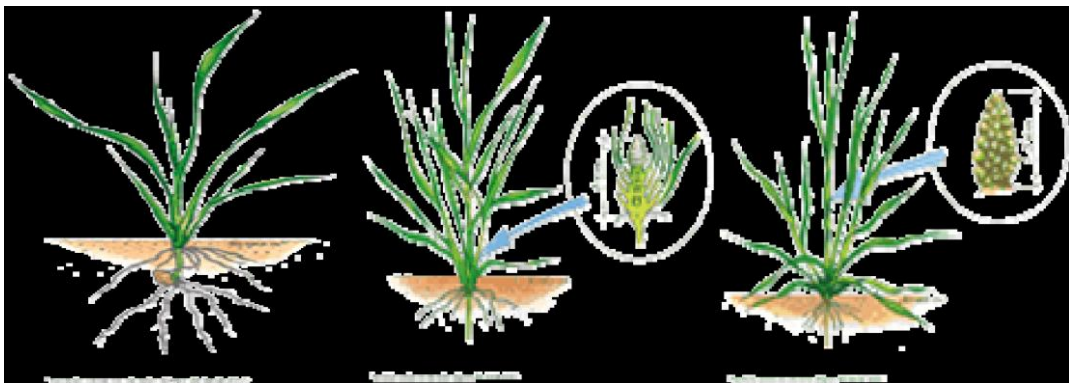
C'est la dernière phase du cycle végétatif. D'après Belaid (1996) la maturation correspond à l'accumulation de l'amidon dans les grains. Par la suite, les grains perdent leur humidité :

CHAPITRE II Le blé

- A 45% d'humidité, c'est le stade pâteux.
- A 20% d'humidité, c'est le stade rayable à l'ongle.



1- La germination 2- La levée 3- Trois feuilles



4- Début tallage 5- Épi à 1 cm 6- Un nœud



7- Méiose pollinique 8- L'épiaison 9- La floraison



10- Bâillement. 11- Grain formé 12- Épi à maturité

Fig n°10: Les différents stades de développement du blé (Ait-Slimane ,2007)

3. types et diversités de blé :

Il existe un très grand nombre de variétés de blé. Ce sont les cultivateurs et les producteurs qui essaient d'adapter au mieux ces variétés en fonction de la nature du sol et du climat de la région, afin d'obtenir le meilleur rendement possible. Toutes les différentes variétés de blé sont classées en trois grandes catégories :

3.1. Les blés tendres :

Les grains des blés sont arrondis, les enveloppes sont épaisses, sans transparence. Ils se prêtent particulièrement bien à la mouture ; en effet, lors du passage entre les cylindres, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se broyer, libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification.

3.2. Les blés durs :

Cette catégorie de blé est cultivée dans les pays de climat chaud et sec. Les grains de blés durs sont allongés, souvent même pointus, les enveloppes sont assez minces et légèrement translucides. Ils donnent moins de son que les blés tendres et la farine obtenue, bien que contenant plus de gluten (12 à 14 %), se prêtent moins bien à la panification.

3.3. Les blés mitadins :

Ces blés ont des caractéristiques et des qualités intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs. Les grains sont plus plats que les grains de blé tendre et moins longs que ceux du blé dur. Les enveloppes assez résistantes sont d'une épaisseur moyenne.

Contenant du gluten de très bonne qualité, les blés mitadins sont parfois employés comme des blés de force, mélangés à des blés tendres, ce qui donne des farines de très bonne qualité pour la panification (Abecassis, 1993).

4.L'importation de blé

4.1. En Algérie :

Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire L'Algérie a importé de 6 à 7 Mt par an de blé total au cours des cinq dernières années, le blé tendre représentait environ 80 pour cent du blé total importé en 2015, tandis que les importations de blé dur représentaient seulement 20 pour cent, car elle est produite moins de blé tendre que de blé dur et que la production domestique est encore principalement axée sur le temps et ne répond pas encore à la demande malgré l'augmentation des rendements due à la stratégie agricoles besoins de consommation croissants de la population (Ammar, 2014)

La France reste le principal fournisseur de blé en Algérie représentant 54 pour cent des importations en 2015 principalement en blé tendre. Et elle est importe le blé dur du Canada, du Mexique et des États-Unis (Hales et Rush, 2016).

4.2. Le blé dans le monde :

Avec une production moyenne annuelle de 27 millions de tonnes (580 millions de tonnes pour le blé tendre, 530 millions de tonnes pour le riz), le blé dur est une céréale secondaire à l'échelle mondiale. Mais cette production est très localisée dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA), où est produit le quart du blé dur mondial (blé dur de printemps dans cette région continentale froide). En fin, on trouve un peu de blé dur en Europe centrale (ex U.R.S.S), ainsi qu'en Argentine (Ferret,

CHAPITRE II Le blé

1996). La production globale de céréales au début des années 1990 montre bien la nature des changements intervenus. La Chine vient au premier rang avec 14,6 % de la production mondiale, devant l'Inde (11,7 %), les États-Unis (9,4 %), la Russie (7 %), la France (5 %) et le Canada (4 %). Parmi les pays d'Asie, seule l'Inde équilibre bien production et consommation. Depuis trente ans, les conditions de la production ont été profondément modifiées, tandis que la consommation augmentait. La Chine et l'Inde ont multiplié par trois les surfaces consacrées au blé. Mais le plus significatif reste l'élévation des rendements mondiaux moyens : de 12 q en 1960 à plus du double en 1990 (25,8 q /ha). Si les pays de l'Amérique du Sud demeurent stables avec 20 q /ha, et l'Afrique et le Proche-Orient avec 10 q, l'Égypte et l'Arabie Saoudite ont atteint, en culture irriguée, 35 à 40 q. Depuis les 15 dernières années, la production mondiale de blé dur varie entre 22,3 millions de tonnes (en 1983-84 et 1988-89) et 34,4 millions de tonnes (1991-92), soit une moyenne de 27 millions de tonnes. Elle présente donc d'importantes fluctuations proches de 25%. Cette situation, favorable aujourd'hui aux gros producteurs exportateurs du monde occidental, même si les États-Unis et l'Europe sont fortement concurrents, pourrait changer si l'Asie parvenait à un certain niveau d'autosuffisance et si la production des Républiques de l'ex-URSS se redressait. Au cours des années 1980, l'URSS importait annuellement à peu près l'équivalent de ce qui était perdu chaque année par incurie ou insuffisance d'équipements, même lorsque les récoltes étaient bonnes. Et pour la campagne 2005-2006, l'Algérie a importés plus de 2,55 millions de tonnes de blé, ce sont là les statistiques avancées par les responsables de l'association France Export Céréales, sur les 10 millions de tonnes importées par le Maghreb, 5 millions sont l'œuvre de l'Algérie (Ferret, 1996 ; Selmi, 2000).

CHAPITRE III

Légumineuses

CHAPITRE III : Légumineuses

1-Généralité

La famille des Légumineuses est une des plus importantes parmi les dicotylédones... C'est la famille végétale qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales. »(Gaston 1905). Cette famille comprend Les espèces sous forme herbacée existant principalement dans les régions tempérées, Les zones chaudes ressemblent à des arbres (Michel et al., 2005). Elle présente des nodules sur leurs racines et sur les tiges dans lesquelles se trouvent les bactéries, fixant l'azote atmosphérique(Murielle et Daniel, 2004).

Les légumineuses présentent une importance économique majeure, de nombreuses espèces constituent des ressources en fourrage telque la Luzerne (*Medicago sativa*), l'aliments Soja (*Glycine max L.*), Haricot (*Phaseolus* sp.), Arachides (*Arachis hypogaea L.*) et Horticoles (*Mimosas*) où présentent des propriétés médicinales (Sebihi, 2008).

2- Classifications des légumineuses:

Les légumineuses constituent la troisième super famille par ordre d'importance chez les angiospermes, constituent un des groupes de végétaux supérieurs les plus abondant et les plus diversifié (Allen et Allen, 1981 ; Broughton, 1984). Cette famille possède 674 genres et plus de 18000 espèces, la plaçant en seconde position derrière les Poaceae, en termes de diversité (Polhill et al., 1981). Elle est subdivisée en trois sous familles d'importance inégale:

2-1 Mimosoideae:

La sous-famille des Mimosoïdeae, comprend environ 3 000 espèces regroupées dans 77 genres (Cannon 2008) ,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). Les genres *Acacia*, *Calliandra*, *Mimosa* et *Prosopis* sont les plus représentatifs (Simon, 2005 : Fyad-Lameche,2007).

2-2 Caesalpinoideae:

La sous-famille des Caesalpinoïdeae, considérée comme la plus primitive, regroupe environ 4200 espèces dans quelques 162 genres (Simon, 2005 ; Cannon 2008) Ce sont majoritairement des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux. Leur fleur irrégulière possède 5 pétales non différenciés et des étamines visibles extérieurement (Judd et al., 2001).

2-3 Papilionoideae:

La sous-famille Papilionoideae, d'une évolution plus récente, comprend quelques 14.000 espèces aux fleurs irrégulières, regroupées dans environ 476 genres (Lewis et al., 2003). Dans cette sous-famille, 97% des espèces examinées peuvent être nodulées (Sprent, 1995). La majorité des espèces sont herbacées ; leur fleur est irrégulière composée de 5 pétales : un étendard, deux ailes et deux pétales partiellement fusionnés en une carène (Judd et al., 2001).

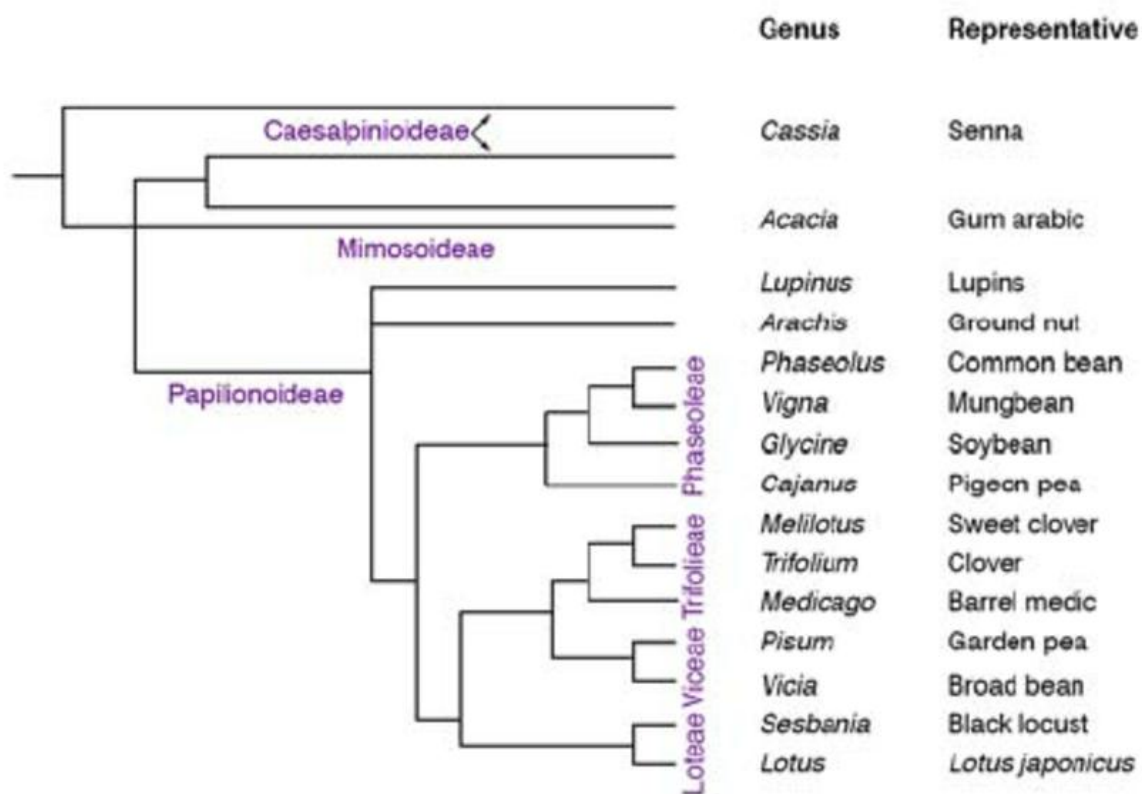


Fig N°11: Phylogénie de quelques Légumineuses (Udvardi et col.2005)

3- Caractères généraux des légumineuses :

3-1 Caractères biologiques :

Arbrisseau de 1 à 2 m, nanophanérophyte, caducifoliées hermaphrodite floraison d'avril à juin, pollinisée par les insectes (Rameau et al., 2008).

3-2 Caractères diagnostiques:

- ❖ Plante : dressée à rameaux épineux divariqués, striés, glabres. (Rameau et al.2008)
- ❖ Les feuilles :Généralement alternes, composées pennées, souvent trifoliolées parfois unifoliolées (Spichiger et al., 2004) stipulées, peuvent évoluer vers une feuille simple ou vers une feuille composée pennée; en particulier, la foliole terminale se transforme parfois en vrille et les stipules peuvent devenir plus importantes que les feuilles, (Dupont et Guignard, 2015), Ce que les plantes parfois grimpantes, d'où la présence de vrilles qui sont des tiges modifiées
- ❖ Les racines :Les racines des légumineuses sont composées d'une racine principale de type pivotant et de racines latérales portant les nodosités formées par les bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique (Figure 2) (Profert, 2018).



Fig N°12: Nodosité sur racines des légumineuses (Crémer et Knoden, 2014)

CHAPITRE III Légumineuses

- ❖ Fleur: Les fleurs en forme de papillons (papilionacés) pour la plupart des espèces cultivées (Schneider et al., 2015).solitaires ou réunies par 2 4,naissant latéralement sur les rameaux, surtout vers le sommet au milieu d'un bouquet de feuilles.
- ❖ Fruit : contenant 4-8 graines brun jaunâtre . (Rameau et al., 2008)
- ❖ Graines : Résultant d'un ovule courbe, sont elles-mêmes arquées. Elles sont exalbuminées et riches en amidon, matières protéiques (aleurone) et huile ; selon les genres, c'est l'une ou l'autre de ces réserves qui domine (ex. : Amidon chez les Pois, Haricot, Fève, Lentille : Huile chez l'Arachide ; Protéines chez le Soja) (Dupont et Guignard, 2015).

4Rôle et Importance des légumineuses:

Les légumineuse sont l'une des familles de plantes les plus utiles pour l'humanité.Ces légumineuses tiennent une part très importante des travaux accomplis dans divers domaines tel que : l'agronomie, la cytogénétique, l'entomologie, la phytopathologie, et la physiologie (Baudoin, 2001).

- ❖ Les graines des légumineuses occupent une place importante dans l'alimentation humaine (Troszynska et al. 2002). Les légumineuses alimentaires constituent une source très importante de protéines végétales qui peuvent remplacer le déficit en protéines animales (Ben Mbarek et al. 2009).Ces légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires (Vance et al., 2000).

Ces plantes ont donc un rôle améliorateur des sols, en plus d'un intérêt alimentaire. L'intérêt alimentaire est évident : cette famille représente le 2ème rang mondial (derrière les céréales). On peut citer le soja, les lentilles, les haricots et autres fèves. (Sebihi, 2008).

- ❖ Pour l'industrie, les légumineuses représentent une source très importante de matière première : pour la production de dériver alimentaire tel que les huiles, les farines, les conserves...etc. et pour la production des produits cosmétiques et pharmaceutiques (Lee et al., 2007).

CHAPITRE III Légumineuses

- ❖ L'utilisation des systèmes de rotation légumineuses-céréales, permet de substantielles économies d'engrais azotés, d'épargner une grosse part de l'énergie fossile et conduit à une protection de l'environnement et au développement d'une agriculture équilibrée (Sahgal et al, 2003).
- ❖ Les légumineuses améliorent les pratiques agricoles et contribuent au maintien de la fertilité des sols. En effet, les légumineuses accumulent des concentrations importantes d'azote dans leurs tissus. Une partie de cet azote est réincorporée au sol via la décomposition des tissus ce qui permet de rétablir la fertilité des sols après des cultures plus exigeantes tel que les céréales (Simon, 2005)

Les légumineuses jouent un rôle clé en introduisant de l'azote. La culture des légumineuses ne nécessite pas l'apport d'engrais azotés

5 Fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses:

L'atmosphère terrestre est composée à près de 80% de N₂. L'azote est un élément important dans la constitution de nombreuses molécules organiques (les acides aminés et protéines, en particulier (Zahran, 1999).

La plus grande partie de l'azote de la biosphère (79%) se trouve dans l'atmosphère. Mais, seul un nombre réduit de genres bactériens vivant librement ou en symbiose avec les plantes sont capables de réduire l'azote moléculaire de l'atmosphère (Bado, 2002).

Les légumineuses ou fabacées se caractérisent par leur capacité naturelle à fixer l'azote de l'atmosphère. Cette aptitude leur est conférée par les bactéries rhizobium (biovar *Viciae*, biovar *Phaseolus*) vivant en symbiose au niveau de leurs racines dans des organes appelés nodosités (Dequiedt, 2012).

La ressource énergétique carbonée nécessaire à cette réaction ainsi qu'à la vie de la bactérie est fournie par la plante. On parle de relation symbiotique (Duc et al. 2010).

L'azote est essentiel à la croissance des végétaux, notamment pour la synthèse des acides nucléiques et des protéines (Duc et al. 2010)

CHAPITRE III Légumineuses

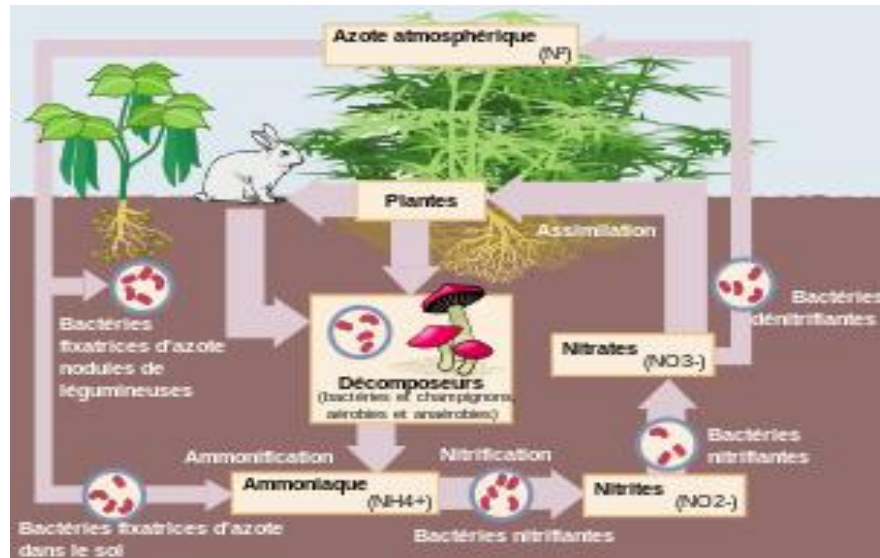


Fig N°13 : Cycle de l'azote. La fixation biologique de l'azote par les bactéries ensymbiose avec les plantes actinorhiziennes et les Légumineuses.(. PERET,2007)

CHAPITRE IV

Les interactions Plantes- microorganismes

Chapitre IV : Les interactions Plantes-microorganismes

1 Interaction microorganismes du sol-plante (la rhizosphère):

Selon Oulbachir (2010), les microorganismes du sol satisfont leurs besoins énergétiques par la dégradation de produits carbonés provenant de la photosynthèse. La végétation exerce donc une influence importante sur le développement et l'activité des populations microbiennes et elle bénéficie à son tour des substances excrétées par les organismes rhizosphériques. Il s'établit donc entre les plantes et les microorganismes un ensemble d'interactions assez complexe (Vilain, 1987). Dans les conditions naturelles, l'alimentation des végétaux ne dépend pas uniquement des possibilités d'absorption par les racines. Il faut encore que ces dernières trouvent à leur disposition une quantité suffisante d'éléments minéraux et d'eau pour assurer les besoins de la plante (Gallot, 1983).

Les transformations réalisées par ces microorganismes dans le sol sont extrêmement nombreuses, particulièrement dans les sols cultivés, les biologistes pensent que le niveau de la biomasse microbienne et son activité représentent des composantes majeures de la notion de fertilité (Chaussod et al., 1982).

2 Microorganismes symbiotiques:

La plante est donc la principale force structurante des communautés microbiennes. On estime qu'environ 20 000 espèces de plantes (sur environ 300 000) seraient entièrement dépendantes d'organismes microbiens pour leur croissance et leur survie (van der Heidjen et al 2008). Cette dépendance implique la mise en place de systèmes de reconnaissance et de fonctionnement entre la plante et les microorganismes qui doivent être régulés afin que l'association ait lieu ; cela va donc conduire à une spécificité des associations entre la plante et les microorganismes dits symbiotiques. Les symbiotes mettent en place des mécanismes de reconnaissance de la plante hôte appropriée qui leur fournira les nutriments nécessaires (Brenic & Winans 2005). Ils vont ensuite induire des changements physiologiques chez la plante hôte de par leur activité spécifique au sein de cette plante puis vont à leur tour ajuster leur propre physiologie pour réaliser leur activité. L'interaction va donc reposer sur des échanges de signaux très coordonnés entre la plante et le microorganisme, conduisant ainsi à des ajustements physiologiques graduels qui

Chapitre IV Les interactions Plantes-microorganismes

permettent la mise en place de la symbiose (Brenner & Winans 2005). Les plantes vont, ainsi, produire des métabolites secondaires (sucres, acides-aminés, composés aromatiques,) qui vont agir comme une source d'attraction pour les microbes. Les microorganismes vont synthétiser des protéines leur permettant de détecter les signaux chimiques venant de la plante. Afin que la bactérie se fixe au niveau de la racine pour établir une interaction avec la plante hôte, des protéines végétales (lectines) sont libérées par la plante et agissent comme des récepteurs des composés libérés par les microorganismes. Ces substances libérées par la plante et impliquées dans le chimiotactisme vont alors induire l'expression de gènes bactériens qui vont permettre la mise en place des interactions (Brenner & Winans 2005).

3 La symbiose Rhizobia-légumineuses :

La symbiose fixatrice d'azote est un processus complexe déterminé par deux partenaires, cette association est à bénéfice réciproque entre la légumineuse et les bactéries du sol appelées rhizobia.

L'un des systèmes les plus étudiés est celui associant les bactéries rhizobiales avec les légumineuses (Patriarca et al., 2004 ; Gage, 2004; Stacey et al., 2006), car la plus grande partie des légumineuses (88 % des espèces étudiées) interagissent avec les bactéries du genre *Rhizobium* pour former des nodules fixateurs d'azote (de Faria et al., 1989).

La biogéographie explique la distribution actuelle des organismes vivants, de point de vue de facteurs historiques et écologique, surtout concernant les légumineuses à large distribution (Doyle et Luckow, 2003). Les familles des légumineuses fixatrices d'azote ne semblent pas partager un ancêtre commun, le phénomène de nodulation est certainement apparu tout à fait indépendamment parmi et même à l'intérieur de certaines familles (Duhoux et al, 2004).

4 Etablissement de la symbiose fixatrice de l'azote:

Le nodule est le résultat de l'infection des racines des légumineuses par les bactéries de la famille des Rhizobiacées. la plante-hôte offre un micro habitat exceptionnellement favorable à la bactérie tout en lui procurant des substrats carbonés provenant de la photosynthèse (Duhoux et al, 2004). Le processus de la fixation. lui-même,

consiste en une réduction de l'azote atmosphérique N_2 , sous forme ammoniacale (Figure 14).

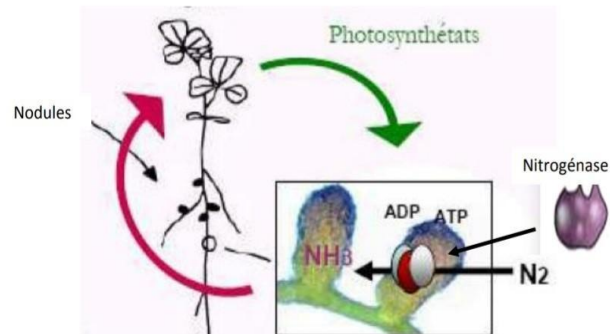


Fig N° 14 : Réduction de l'azote atmosphérique N_2 sous forme ammoniacale (Rosenberg, 1997 et Masson-Boivin et al., 2009)

5 Les étapes de la nodulation :

Le site de fixation symbiotique est le nodule ; le seul organe localisé sur la racine qui présente un intérêt important pour le fonctionnement, la survie des bactéries et l'activité de la Nitrogénase (Martinez-Romero et al., 2010). La formation des nodules (Figure 2) est le résultat d'un dialogue moléculaire entre le microsymbiote et la plante-hôte (Foucher et Kondorosi, 2000; Limpens et Bisseling, 2003). L'interaction commence avec la colonisation de jeunes poils absorbants par les rhizobia et un échange d'un signal moléculaire. De leurs côtés, les bactéries reconnaissent des flavonoïdes qui sont sécrétés par la plante-hôte, ces molécules induisent la production de facteurs NOD par les rhizobia qui agissent essentiellement sur deux types de cellules au niveau de la racine (cellules épidermiques et cellules corticales) (Oldroyd, 2001). Au niveau des cellules épidermiques et grâce à une communication cellulaire par les flavonoïdes ou les bétaines (Gage, 2004), les facteurs NOD qui sont exprimés par les gènes *nod* (les gènes les plus étudiés), induisent une dépolarisation de la membrane plasmique, une induction de l'expression de gènes spécifiques et une modification de la croissance polaire des poils absorbants formant une structure dite en «crosse de berger» qui enferme les rhizobia (Esseling et al., 2003).

Donc la structure spécifique des facteurs NOD produits par chaque espèce de rhizobium, sert comme signal permettant la reconnaissance de la présence de la bactérie par sa plante hôte. A partir de cette niche, les rhizobia pénètrent la cellule végétale

Chapitre IV Les interactions Plantes-microorganismes

par la formation d'un cordon d'infection qui traverse d'abord le poil absorbant et se ramifie ensuite dans les cellules corticales guidant ainsi les bactéries vers les couches cellulaires intérieures (Gage, 2004). Simultanément à l'infection des poils absorbants, certaines cellules du cortex interne se différencient et se divisent à plusieurs reprises, formant un primordium nodulaire. Elles sont alors envahies par des rhizobia qui sont relâchés dans des cordons d'infection (Cermola et al., 2000; Brewin, 2004).

Finalement, les cellules végétales infectées et les bactéries infectantes se différencient en cellules capables de fixer et d'assimiler l'azote. La structure nouvellement formée, qui est composée des bactéries différenciées en bacteroides enfermées dans une membrane de cellules de la plante, s'appelle un symbiosome (Emerich et al, 2014).

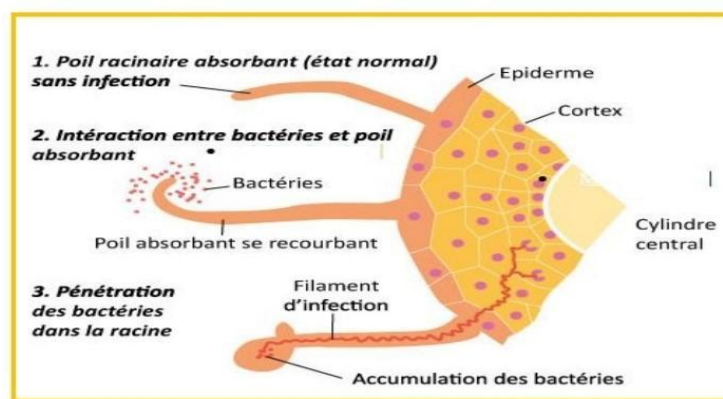


Fig N° 15 : Stratégie d'infection par les Rhizobia (Foucher et Kondorosi 2000 ; Limpenset et Bisseling 2003).

Selon Masson-Boivin et al. (2009), dans l'interaction entre la plante-hôte et le rhizobium, les composés phénoliques (flavonoïdes, chémo-attracteurs) exsudés par la plante-hôte entraînent chez la bactérie la production de lipo-oligosaccharides spécifiques dénommés les facteurs Nod.

Ce sont des signaux moléculaires qui déclenchent la division des cellules corticales de la racine conduisant à la formation d'un nouvel organe différencié chez la plante, le nodule ou nodosité. Il existe deux types de nodules : des nodules déterminés et des nodules indéterminés. Les nodules déterminés sont issus de l'auxèse des cellules du méristème apical qui cesse son activité à maturation de la nodosité. Les nodules indéterminés sont

Chapitre IV Les interactions Plantes-microorganismes

issus de mères du méristème apical persistant qui leur confère une croissance longitudinale.

Le nodule du haricot est de type déterminé (Amarger et al., 1997)

6 Spécificité symbiotique:

L'une des caractéristiques majeures des associations rhizobium-légumineuses est leur spécificité d'hôte. En effet, une espèce de rhizobium donnée n'est capable, en général, d'établir une relation symbiotique efficace qu'avec un nombre limité de partenaires végétaux (Halbleib et Ludden, 2000). De même une espèce de légumineuse ne peut être nodulée que par un certain nombre d'espèces de rhizobium (Tilak et al., 2005).

Cette spécificité est basée sur une communication moléculaire, c'est-à-dire un échange de signaux des partenaires symbiotiques (Masson-Biovin et al., 2009)

7 Rôle de la rhizosphère dans la fixation symbiotique d'azote :

La rhizosphère est la zone du sol qui entoure les racines. Les abords des racines sont le lieu d'une intense vie microbienne dans laquelle la microflore tellurique est profondément modifiée notamment sous l'influence des exsudats racinaires et des rapports de débris tissulaires. C'est le lieu privilégié des échanges de matière et d'énergie entre le sol et son couvert végétal (Schut, 2001). Le fonctionnement physico-chimique de la rhizosphère résulte des actions exercées par les plantes et les micro-organismes, des réactions en solution et avec les phases solides du sol (Davet, 1996).

8 Importance de la symbiose rhizobium-légumineuses :

Grâce à leur aptitude d'établir une symbiose avec des bactéries du sol (rhizobium), les légumineuses ne nécessitent pas l'apport d'engrais azotés ; la production de ces dernières demande beaucoup d'énergie (Merabet, 2007). À ce propos, il est à signaler que l'énergie nécessaire à la production chimique d'une tonne d'engrais azotés par l'industrie est évaluée à 2,5 tonnes de pétrole (Lazrek-Ben Friha, 2008). Ce qui fait que le coût d'engrais azotés nécessite d'augmenter proportionnellement au prix du pétrole, raison pour laquelle l'association rhizobium-légumineuses pourrait remplacer efficacement les engrais azotés chimiques à la fois très onéreux et polluants (Denman et al., 2007).

D'autre part, la symbiose rhizobium-légumineuses est considérée comme une voie pour améliorer les rendements des cultures vivrières en particulier les légumineuses à grains (fève, haricot, lentille)

Partie expérimentale

CHAPITRE I

Présentation de la zone d'étude

CHAPITRE 1 : Présentation de la zone d'étude

1 PRESENTATION DE LA ZONE DE SEBAINE :

1-1 Choix de la région :

Nous avons installé notre essai dans la région de Sebaine, plus précisément à l'ITGC, qui est une région à vocation céréalière vu la fertilité de ses terres agricoles et l'importance du matériel agricole dont elle dispose.

1-2 Localisation de l'essai :

1-2-1 Localisation Régionale :

Entre les piémonts de l'Ouarsiens au nord et les plateaux steppiques au sud, s'étendent les plaines céréalières. Elles font partie des « hautes-plaines » céréalières de l'ouest de l'Algérie.

Latitude : $35^{\circ}24' 8.1''$ N

Longitude : $1^{\circ}34' 29.4''$ E

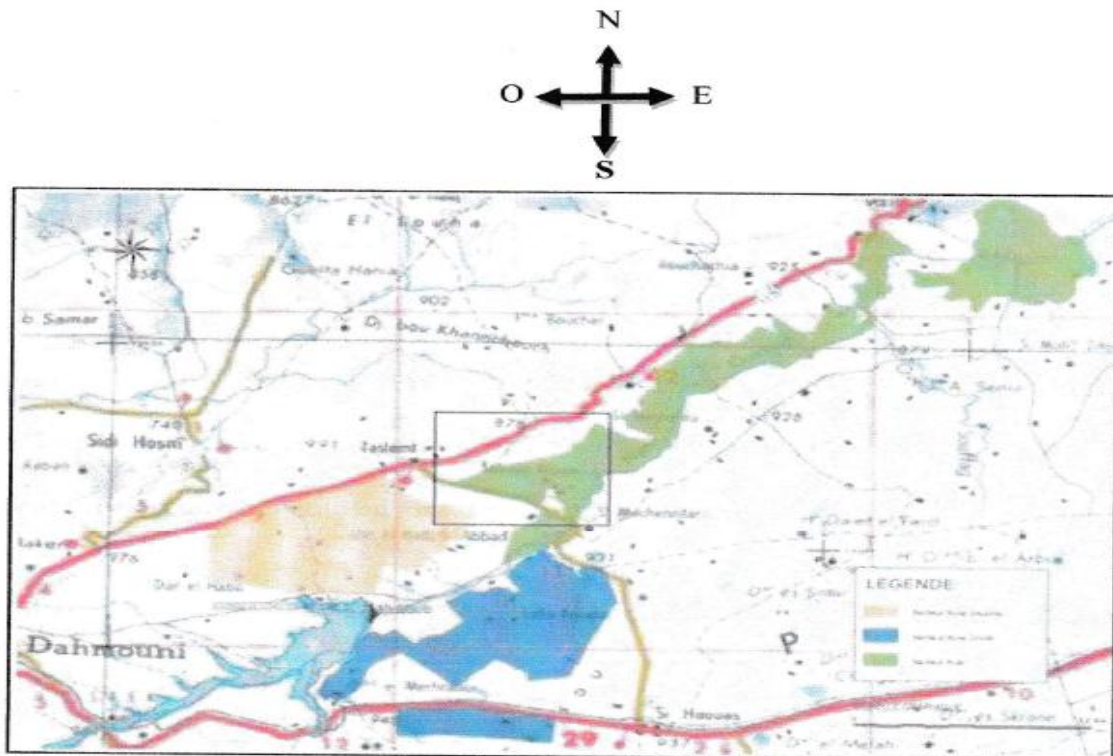


Fig N°16 : Situation régionale de la zone d'étude (Diallo, 2010)

1-2-2 Localisation Locale:

La zone d'étude se situe à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tiaret, dans la commune de Sebaine. Elle occupe une superficie de 600ha environs. Elle est limitée au sud par nahr-oussel, à l'est par la prise reliant la makabra « sidi-raï» à nahr-oussel, à l'ouest par la route communale reliant Taslont à Sebaine et au nord par la route nationale n°14 reliant Tiaret-Tissemsilet(figure n°17).

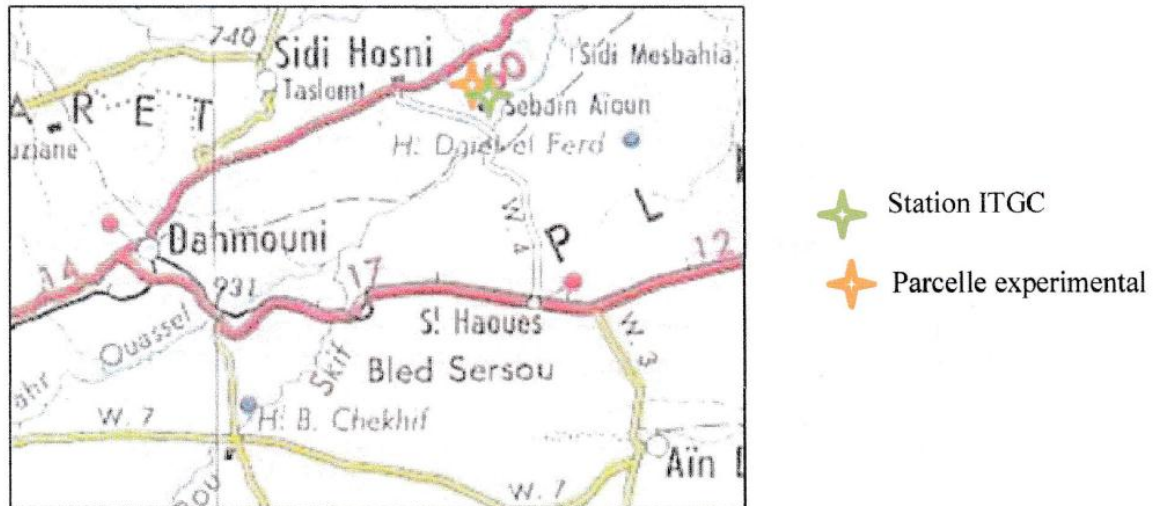


Fig N°17 : situation locale de la zone d'étude(Diallo, 2010) .

1-3 La géologie :

Le matériel géologique qu'on retrouve dans la zone d'étude, comprend :

- *Le moicène supérieure :calcaire organogène, calcaire marneux, marne et rares lame de grès micacés.
- * Le moicène inférieure : marnes grises ou brunes très plastique, argiles, grès et conglomérats calcaires.
- *Le quaternaire constitué d'alluvions le long d'oued Nahr-Ouassel et de dépôts de pentes anciens et moyens.

1-4 La géomorphologie :

La zone d'étude se trouve sur le versant de nord de la vallée de Nahr-Ouassel. Il s'agit d'un lacis plus au moins ondulé à aspect collinaire.

1-5 L'occupation des sols :

La couverture pédologique de la zone d'étude est réservée aux grandes cultures et aux légumes secs, il s'agit d'une rotation blé/jachère ou blé/légumineuse.

1-6 Le climat :

La croissance et le développement reproductif sont tributaires des aléas climatiques, l'étude de ces derniers nous permettras sans doute de voir leurs effets et de conclure quand aux influences des techniques culturales utilisées sur les paramètres du rendement de la culture.

La région de Tiaret est caractérisée par un climat continental à hiver froid et un été chaud et sec, une pluviométrie moyenne environ 400 mm/an.

1-6-1 La température :

Le régime des températures est très influencé par l'altitude car celle-ci renforce les gelées d'hiver mais aussi elle adoucit les températures d'été (couder 1973).

Tableau N°03 : Température mensuelles (°C) pour les campagnes (1990 / 2019)

Mois Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2016	7,9	8,8	7,2	13,6	17	21,9	28,9	25,5	21,8	18	11,7	7
2017	3,8	8	9,1	14	19,8	24,7	27,8	26,9	22,8	15	9	4,5
2018	6,5	4,4	9,3	13	16,3	23,3	27,5	26,9	21,8	17,9	11,38	4,7
2019	6,6	5,2	9,22	12	17,7	25	29	28,2	23,3	16,5	11	3,8

(Station météorologique d'Ain Bouchekif, 2020)

1-6-2 Les précipitations :

Les précipitations caractérisent la balance climatique d'une région, par leur intensité, leur fréquence et leur irrégularité, les pluies ont une influence énormes sur le modèle de la région .selon l'études faite par (Hireche 2007).

Les précipitations enregistrées avant le semi sont non moins négligeable, ce qui fait que le stock d'humidité de sol est moyen.

Les précipitations de moi de février ont eu un effet avantageux, elle vont permettre un développement plus extensif du système racinaire (baldy, 1973)

Les précipitations mensuelles enregistrées durant la période montaisons, épiaison sont satisfaisantes ce qui influence le poids des grains malgré les faibles précipitations enregistrées au moins de Mars.

Tableau n°04 : Précipitations mensuelles moyennes (mm) pour les campagnes (1990 / 2019)

Mois Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2016	18,1	49,56	89,7	31,41	45,14	18	1,53	0	7,37	4,33	40,01	26,28
2017	17	153	12,2	3,04	10,17	18,6	2,54	0	6,1	3,3	19,08	8,63
2018	25,6	38,34	134	136,6	16	41,9	0	5,08	50,05	84,46	33,8	40,14
2019	87,63	21,83	17,3	30,03	17,52	0,8	4,06	4,32	38,35	1,53	63,5	37,83

(Station météorologique d'Ain Bouchekif, 2020)

1-7 Autres facteurs climatiques :

En plus de la température et de la pluviométrie d'autres facteurs sont pris en considération comme les orages, la neige et la gelée.

1-7-1 Les orages :

Les orages se caractérisent par des grosses averses pendant lesquelles une quantité importante d'eau tombe dans notre région.

Au niveau de notre zone d'étude, nous enregistrons une fréquence élevée, particulièrement durant les mois les plus chauds (de Mai à Septembre) les orages sont accompagnés par la grêle.

Le phénomène d'orage est très nocif sur le plan géomorphologique, car des quantités importantes d'eau tombent en un temps très court, ce qui accélère le phénomène d'érosion.

1-7-2 L'enneigement et la gelée blanche :

Les gelées blanches constituent l'une des plus importantes caractéristiques du climat. C'est un phénomène très marquant et très visuel à l'œil nu. Elles constituent également un facteur limitant pour le développement de la végétation.

1-7-3 La neige :

La neige consiste un apport en eau appréciable surtout pour la végétation au début d'hiver.

L'utilité de la neige réside dans le fait de jouer de rôle de régulateur de l'écoulement superficiel et d'alimenter les nappes souterraines, en raison de l'infiltration lente et profonde de la neige dans le sol lors de sa fusion.

Les chutes de neige sont assez fréquentes mais leur épaisseur ne dépasse guère les 15cm.

1-7-4 La grêle

Elle s'observe en saison printanière, elle accompagne souvent l'orage, le nombre moyen des jours de grêle est enregistrés au mois de mai

1-8 Synthèse climatique :

1-8-1 Diagramme Omrothèrme de Gaussenet Bagnouls :

Le diagramme Omrothèrmique de Gaussen et Bagnouls permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portés sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

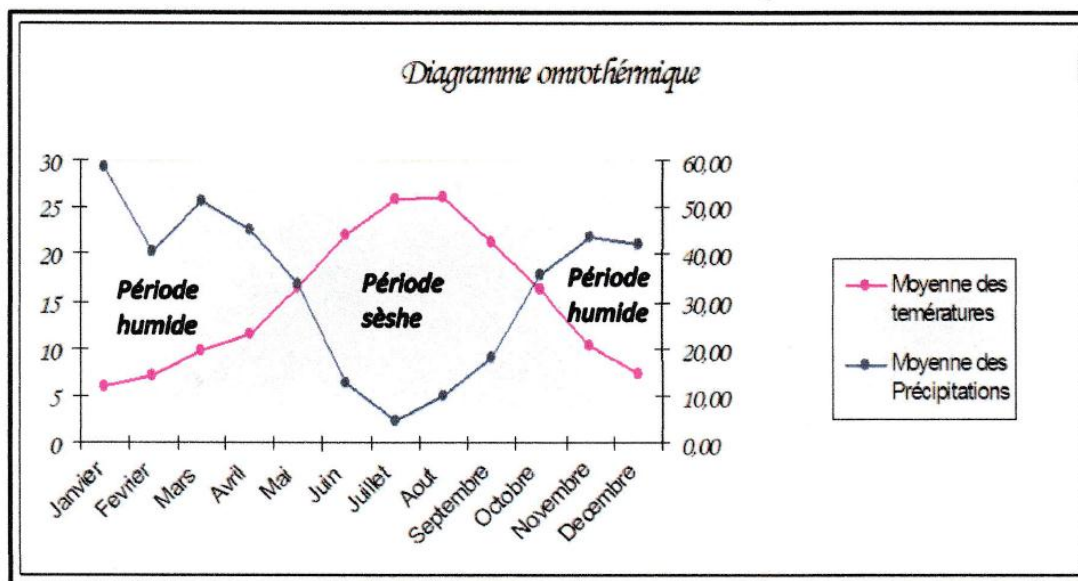


Fig N°18 : Diagramme omrothérique de la station de Tiaret. (Benoudah , 2020)

D'après la figure n°18, on constate que pour la station la saison sèche est longue, elle comporte les six (06) mois secs de l'année : mai, juin, juillet, août, septembre et octobre.

1-8-2 Quotient pluviométrique d'Emberger :

Emberger a préconisé pour l'étude du climat méditerranéen l'emploi du climagramme qui porte son nom. Ce climagramme est une tentative de synthèse climatique, il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude.

-En abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid.

-En ordonnées le quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger.

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est déterminé par la combinaison des trois (03) principaux facteurs du climat, il est donné par la formule suivante :

$$Q2 = \frac{100 \times p}{((M-m) \times (M+m)) / 2} = \frac{2000 \times p}{M^2 - m^2}$$

P : pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré absolu (k).

m : moyenne des maxima du mois le plus froid en degré absolu (k) .

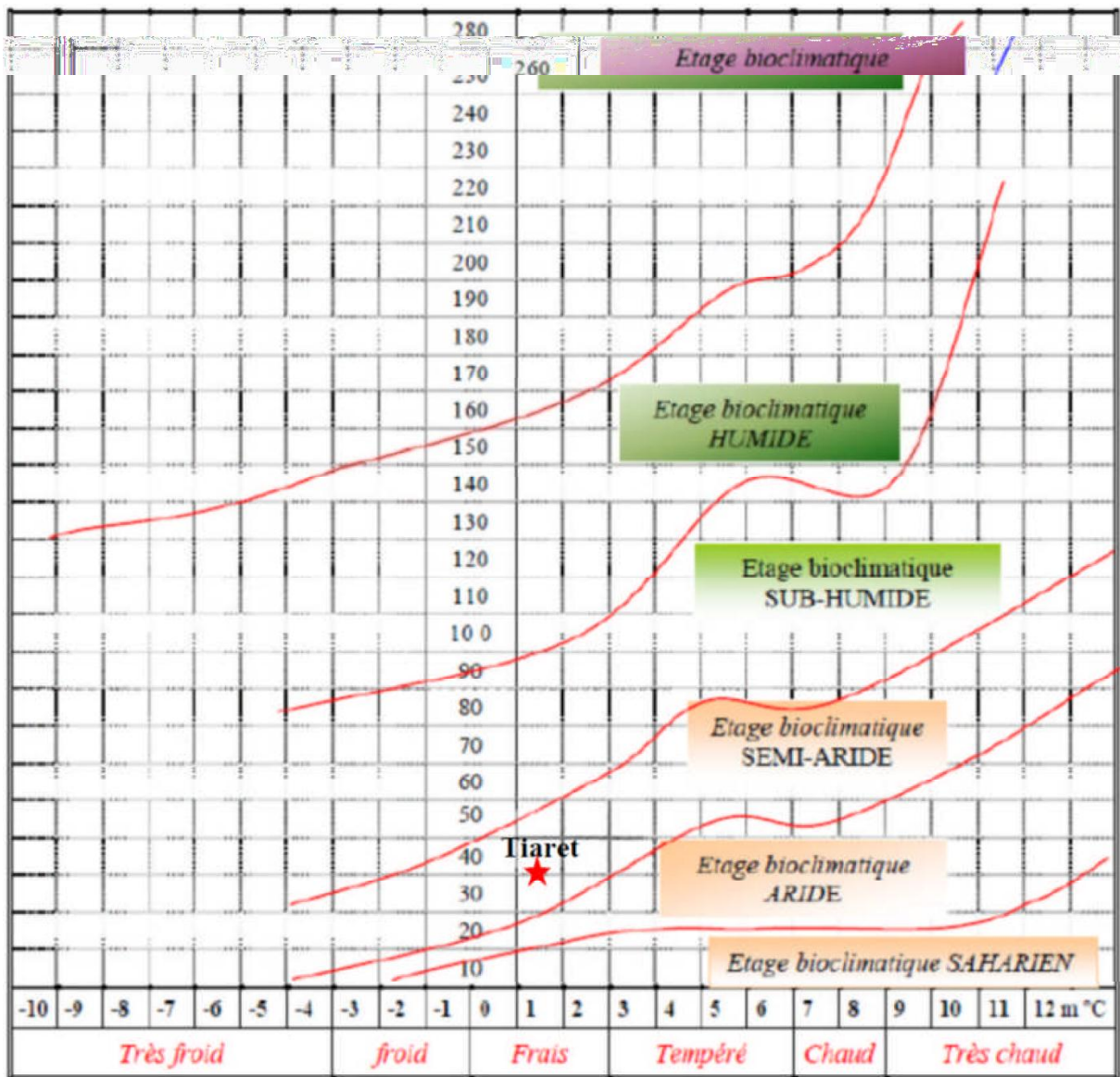


Fig N° 19 : Emplacement de la station de Tiaret dans le climagramme d'EMBERGER, Période (1971-2009).

Suit à la représentation de la valeur de Q2 sur le climagramme, nous constatons que notre zone (station ITGC) qui est située pas loin de Tiaret, appartient à l'étage bioclimatique climatique semi-aride à hiver frais (figure N° : 19).

CHAPITRE II

Matériels et méthodes

Chapitre II :Matériels et méthodes

1. Méthodes de laCaractérisation physico-chimique :

Les caractéristiques physico-chimiques influencent fortement les propriétés biologiques du sol. Des relations étroites ont d'ailleurs été mises en évidence entre celles-ci et les propriétés biologiques, et ceci aussi bien pour la microflore que pour la faune (Oulbachir 2010)

La mise en œuvre des mesures biologiques doit s'accompagner de la détermination des principales caractéristique des échantillons de sol correspondant à savoir: analyse granulométrique (teneur en argile), pH, teneur en calcaire , teneur en matière organique , etc. Ceci est indispensable même pour des échantillons des sols a priori semblables : les sols ne sont jamais parfaitement homogènes et la variabilité spatiale naturelle des certaines caractéristiques peut se traduire de façon significative sur des paramètre biologiques.

Nous avons déterminé :

- Granulométrie de la terre fine des sols, selon la méthode internationale, à la pipette de Robinson.
- L'humidité par perte de poids après séchage à 105 °.
- La densité réelle (Dr) par le pycnomètre.
- Élément grossiers (> à 2 mm)par tamisage du sol .
- Le pH : par la méthode électro métrique en mettant en contact 20 g de sol et 50 ml d'eau distillée après agitation pendant 2h.
- La matière organique : par le biais du carbone organique qui est déterminé selon la méthode Anne 1945.
- Lecalcaire total : par calcimétrie, à l'aide de calcimètre de Bernard .
- Le calcaire actif déterminé par la méthode Drouineau.
- Coefficient de perméabilité déterminé selon la loi de Darcy.

- L'azote déterminé par la méthode de Kjeldhal.
- Carbone organique déterminé est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Cos stock (Mg C ha}^{-1}\text{)} = 0.1 \times \text{COx Dax p} \times (1 - \text{EG})$$

CO : teneur du carbone organique du sol (g.kg^{-1})

Da : densité apparente (g.cm^{-3})

P : profondeur du sol (cm)

EG : teneur en élément grossier (g.g^{-1})

2. Caractérisation microbiologique :

2.1. Mesure de lapopulation microbienne particulière :

Les méthodes d'évaluation de la biomasse microbienne sont multiples (Nicolardot et Chaussod 1982 ; Martens 1995) les plus couramment utilisées font intervenir un agent biocidal (le chloroforme) dont la biomasse microbienne est définie par Jenkinson et Powlson par la méthode biocidal qui consiste à mesurer le carbone (ou l'azote) contenu dans les êtres vivants du sol.

2.2. Méthodes d'analyses microbiologiques :

L'étude microbiologique porte sur des échantillons, broyés et tamisés 2mm, puis conservés à l'état humide à 4°C.

Suite à la préparation des suspensions dilutions, différentes incubations ont été menées dans les mêmes conditions d'humidité et de températures.

2.3. Préparation des suspensions-dilutions :

La préparation des suspensions-dilutions consiste à disposer sur un portoir une série de 09 tubes stériles numérotés de 01 à 09 et contenant chacun 9 ml d'eau distillée, peser 01 gramme de sol préalablement tamisé et homogénéisé, le verser dans la tube 01 agiter vigoureusement, c'est la suspension dilution 10^{-1} , le transférer dans le tube 2 contenant déjà de l'eau distillée (9 ml), il s'agit de la suspension dilution 10^{-2} agiter

vigoureusement et recommencer l'opération pour le restant des tubes en transférant 1 ml de solution d'un tube à l'autre, afin de préparer les suspensions dilutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} les suspensions dilutions doivent être utilisées aussitôt après leur préparation (Fig. 20).

La valeur analysée dépend en grande partie, du soin apporté et à la condition de stérilisation.

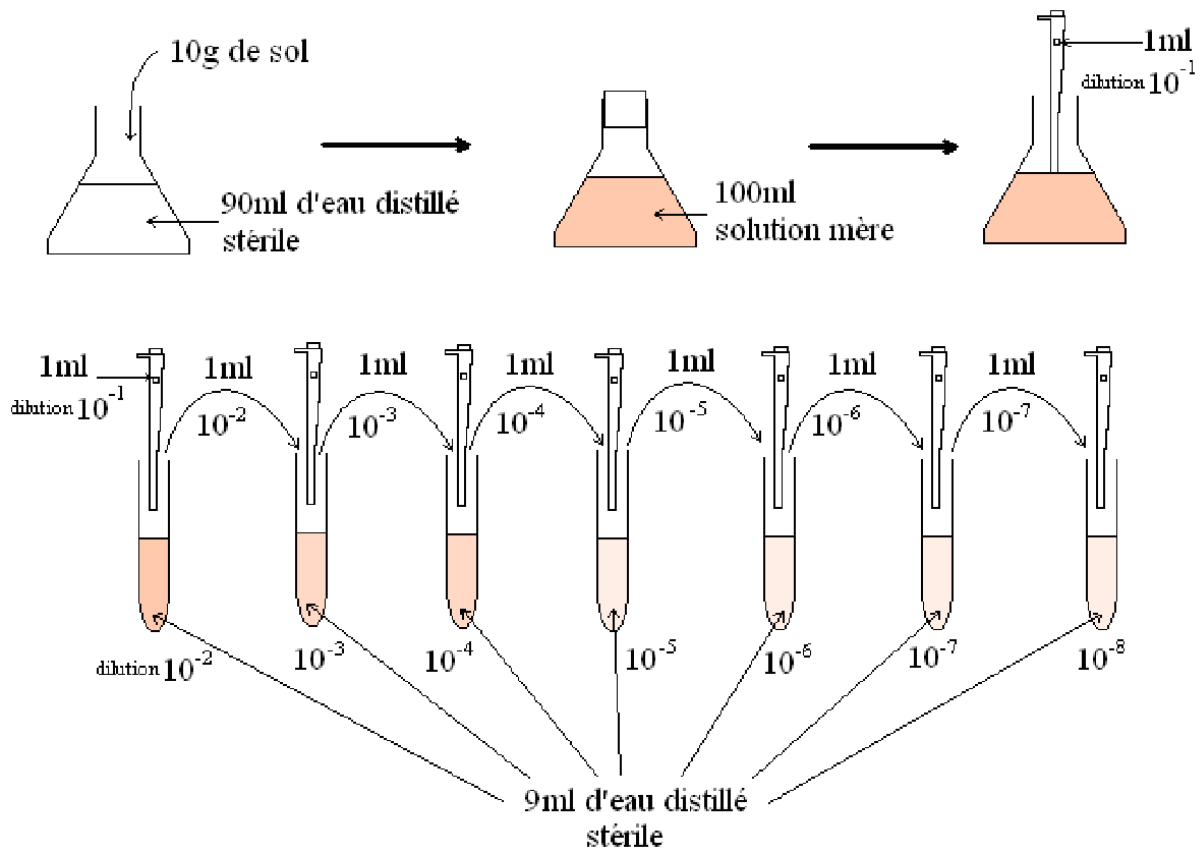


Fig N° 20 : Procédé de dilution de la solution du sol (Adjanohoun et al., 2017)

3. Méthode d'évaluation des actinomycètes, champignons azotobacters et bactéries aérobies :

3.1. La numération indirecte en milieu solide :

- **Principe :** Etalement à la surface de la boîte de mile nutritifgélisé d'une quantité mesurée de suspension-dilutions de sol. Dénombrement des colonies apparues après 7 jours d'incubation.

- **Ensemencement** : deux gouttes de suspension dilution 10^{-5} soit 0.1 ml, bien agitées sont déposées sur chaque boîte et étalées avec soin sur toute la surface de la boîte. L'ensemencement et l'étalement doivent se faire aseptiquement près de la flamme d'un bec benzen.
- On inocule 3 boîtes par dilution, 10^{-5} ou 10^{-7} (selon le type de sol). Après ensemencement on homogénéise puis on laisse les boîtes absorber l'inoculum de la solution nutritif préparée auparavant. En position retournée, on laisse incuber à 28°C . Pendant sept jours.
- **Lecture des résultats** : Après 7 jours. Examiner successivement chaque boîte en lumière transmise et en lumière rasante à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe.

Compter le nombre de colonies développées par boîte et déterminer pour chaque dilution la moyenne des 3 boîtes.

3.2. Calcul du nombre de germes par gramme de sol : N

$N =$: La moyenne des colonies développées dans les trois boîtes \times l'inverse de la dilution \times coefficient de sécheresse $\times 10 / 1$ g de sol.

Coefficient de sécheresse = $1 / (1 - \text{Taux d'humidité})$.

4. Expression de résultats :

Compter le nombre de tubes positifs à chaque dilution, calculer le nombre caractéristique et déterminer le nombre de germes par gramme de sol suivant la table de Mc Crady .

Quant à la biomasse microbienne totale, elle est déterminée par la somme algébrique des différentes populations qui la composent (bactéries et champignons)(oulbachir 2010).

Remarque :

- Les sols ayant servi ont la caractérisation physico-chimique et microbiologique eu été soumis à des cultures différentes à savoir le premier sol sous une culture de légumineuse (lentille) (et a fait l'objet d'étude de travaux de recherche de Mme hadj-djeloul.

CHAPITRE II Matériels et méthodes

- Le seconde était soumis à une culture de blé puis étudié selon son stade végétatif et a fait l'objet d'étude des travaux de recherche de Mme belouadah .
- Notre contribution consiste à établir une étude comparative de l'évolution microbiologique du sol sous culture de blé et sous culture de légumineuse.

CHAPITRE III

Résultats et discussions

CHAPITRE III: Résultats et discussions

1. Caractérisation physico-chimique du sol :

Caractéristiques		Valeurs
Profondeur		0-20 cm
Granulométrie	Argiles	45 %
	Limons fins	35 %
	Limons grossiers	19,50 %
	Sables fins	17 ,50 %
	Sables grossiers	6,35 %
Classe texturale		Argilo-limoneuse
Ph (1 :5)		7,25
CE (1 :5)		0,10 Ds.m ⁻¹
Matière organique		1,5 %
Azote total		0 ,08 %
Calcaire total (CaCO ₃)		24 %
Calcaire actif		10 %
Eléments grossiers		0, 95(%)

Tableau N° 05 : Caractéristiques physicochimiques du sol témoin (Benoudah ,2020)

2. Analyse microbiologique du sol sous culture de blé :

Remarque :

Les échantillons du sol ont été prélevé en

T1 : mois de décembre.

T2 : mois de février.

T3 : mois de Avril.

2.1. Evolution des champignons en fonction des stades végétatifs du blé :

Evolution des champignons	T1	T2	T3
Nbr de germe /g sol	53,55×10 ⁷	197,802×10 ⁷	23,949×10 ⁷

Tableau N°06 : Evolution des champignons en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

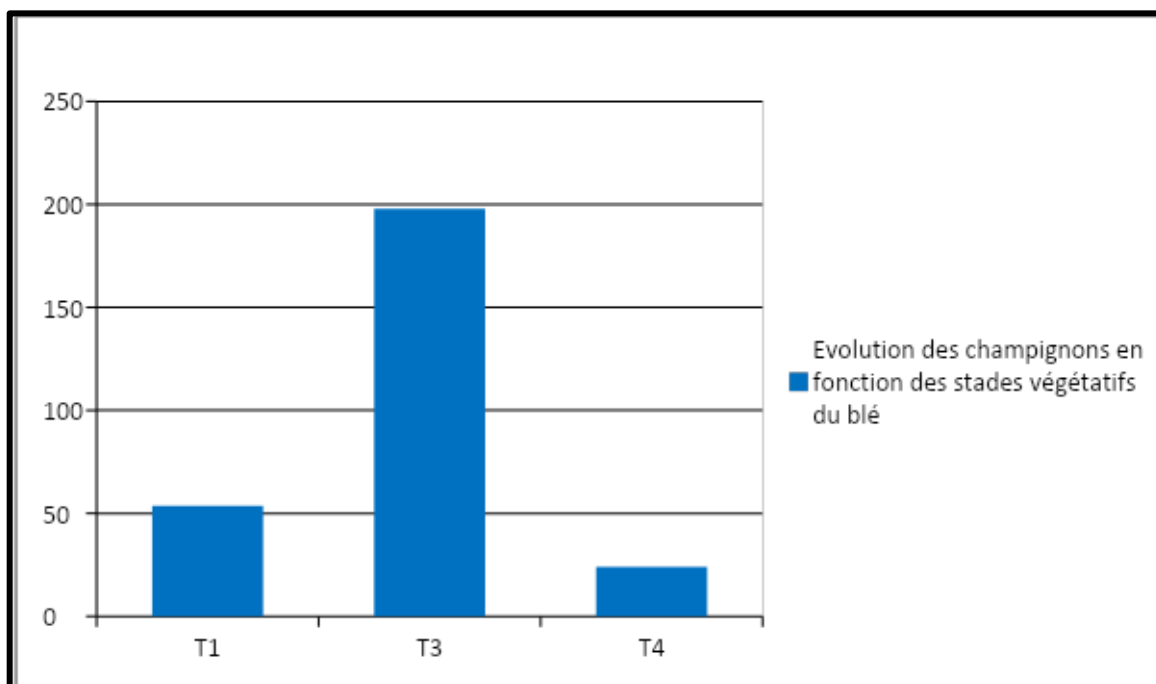


Fig N°20 : Evolution des champignons en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

Les résultats moyens (fig20) montrent que le taux de champignons enregistré en T1 avec une moyenne de $53,55 \times 10^7$ germes / sol est relativement faible .

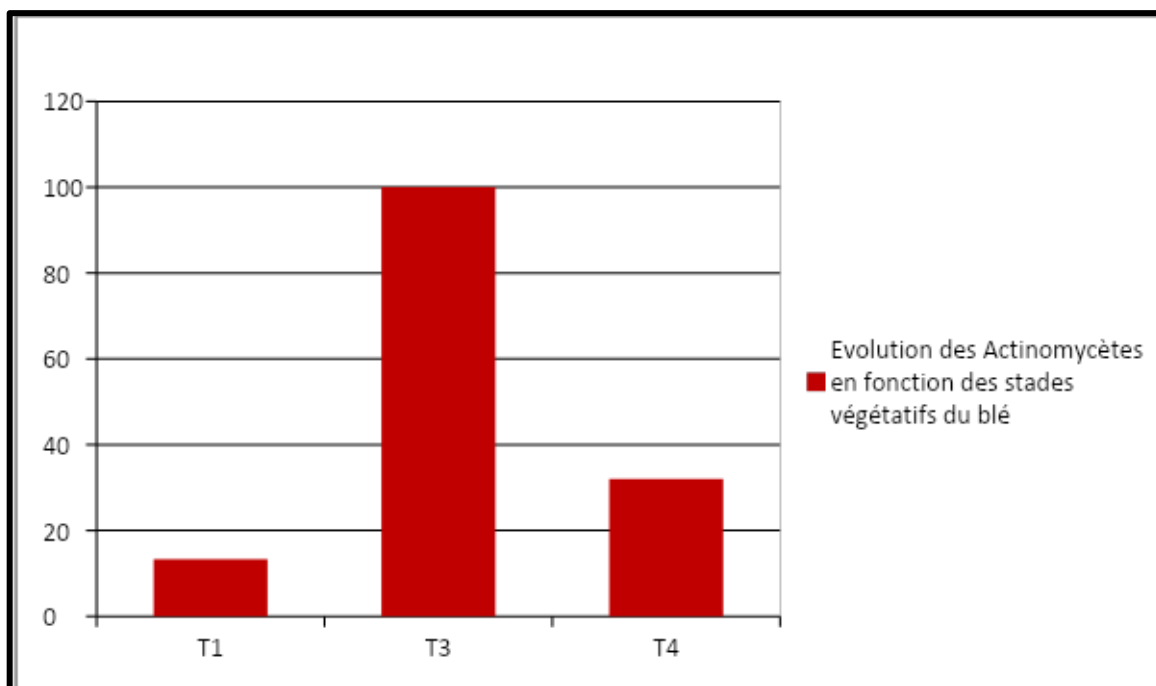
en T2 le taux est relativement élevé avec une moyenne de $197,802 \times 10^7$ germes / g de sol .

et en T3 le taux diminue et atteint une moyenne de $23,949 \times 10^7$ germes / g de sol .

2.2. Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé :

Evolution des Actinomycètes	T1	T2	T3
Nbr de germe /g sol	$13,347 \times 10^7$	$99,992 \times 10^7$	$31,986 \times 10^7$

Tableau N°07 : Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)



FigN°22 : Evolution des Actinomycètes en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

Selon la fig;22 ,Les résultats moyens révèlent qu'en T1 Les actinomycètes ont une moyenne faible de $13,347 \times 10^7$ germes/ g de sol .

en T2 le taux s'élève et enregistre une moyenne de $99,992 \times 10^7$ germes / g de sol

Et en T3 le taux diminue pour atteindre une moyenne de $31,986 \times 10^7$ germes/ g de sol .

2.3. Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé :

Stades bactéries aérobies	T1	T2	T3
Nbr de germe /g sol	$253,98 \times 10^7$	$694,802 \times 10^7$	$15,487 \times 10^7$

Tableau N°08 : Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

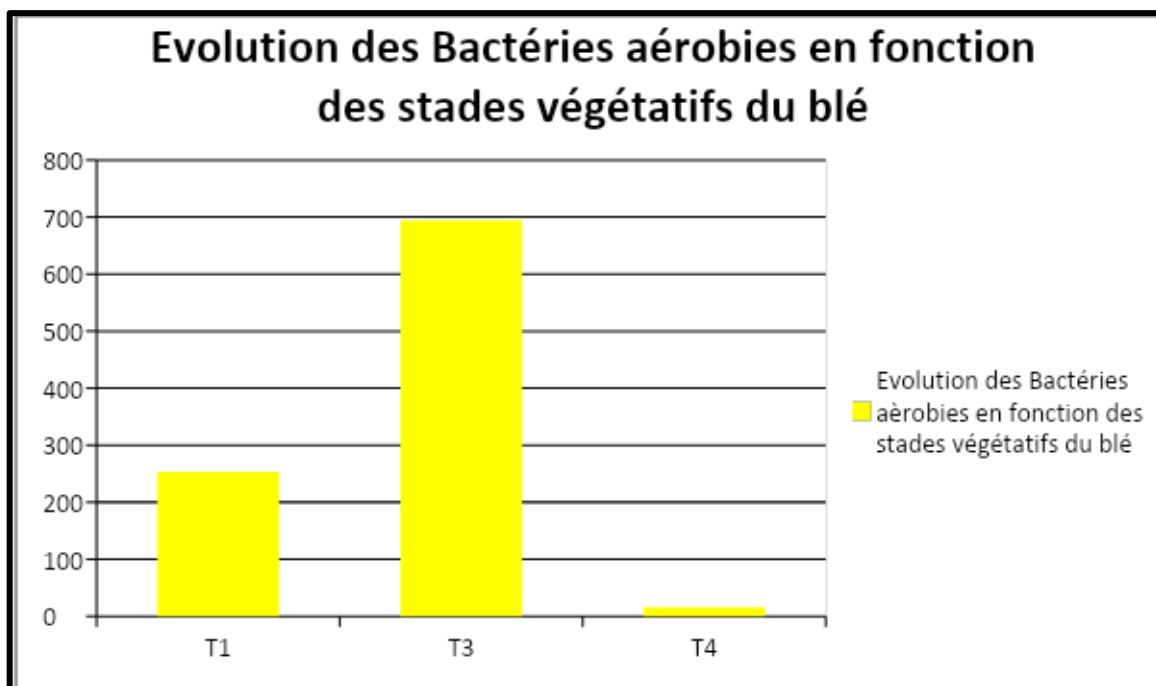


Fig N° 23: Evolution des Bactéries aérobies en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

Les résultats enregistrés dans(Fig23) montrent qu'en T1 le taux des bactéries aérobies est relativement faible avec une moyenne de $253,98 \times 10^7$ germes /g de sol.

En T2 le taux est plus élevé avec une moyenne de $694,802 \times 10^7$ germes / g de sol et le taux des bactéries aérobies enregistré en T3 avec une moyenne de $15,487 \times 10^7$ germes / g de sol s'avère faible .

2.4. Evolution des Azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé :

Les stadesles azotobacters	T1	T2	T3
Nbr de germe /g sol	$55,087 \times 10^7$	$138,6 \times 10^7$	$11,96 \times 10^7$

Tableau N° 09: Evolution des Azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

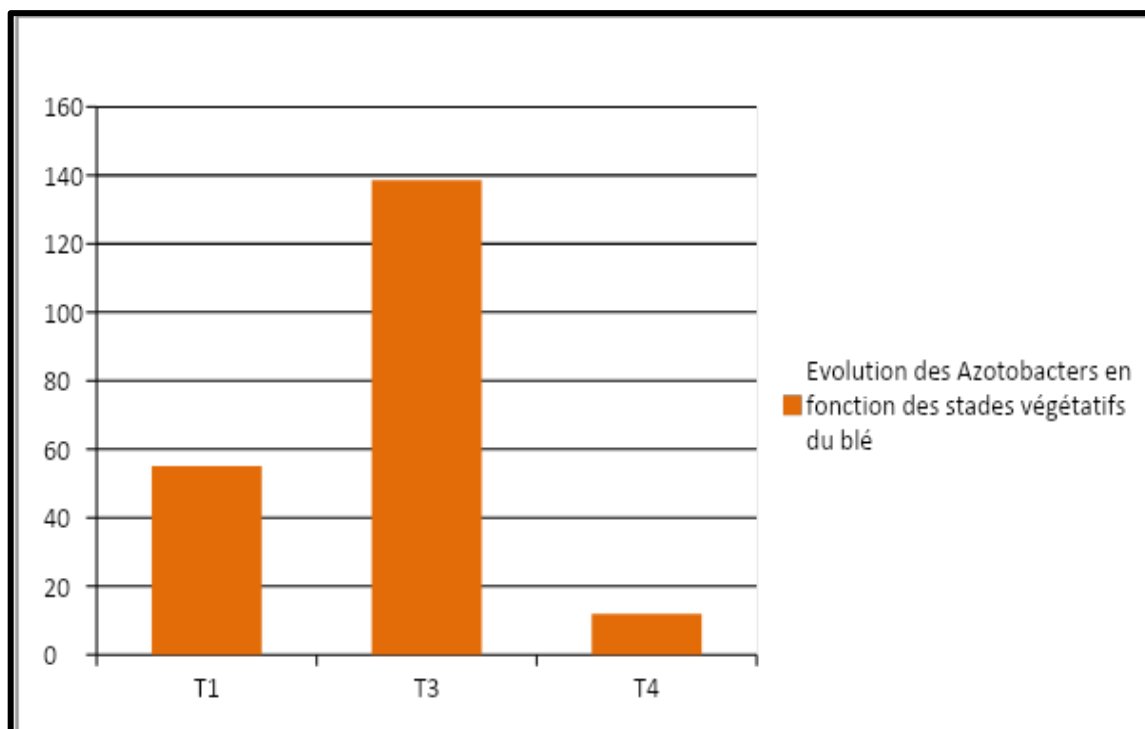


Fig N°24 : Evolution des Azotobacters en fonction des stades végétatifs du blé (Benouadeh , 2020)

Les résultats présentés par (Fig 24) montrent qu'en T1 le taux des azotobacters est faible avec une moyenne de $55,087 \times 10^7$ germes /g de sol.

En T2 le taux est plus élevé avec une moyenne de $138,6 \times 10^7$ germes/ g de sol.

Enfin en T3 le taux diminue à une moyenne de $11,96 \times 10^7$ germes/ g de sol.

3. Analyse microbiologique du sol sous culture de lentille :

Remarque :

Les échantillons du sol ont été prélevés en

T1 : mois de Janvier.

T2 : mois de Février.

T3 : mois de Mai.

3.1. Evolution des taux des champignons du sol en fonction du temps :

Taux des champignons	T1	T2	T3
Nbr de germe 10 ⁷ / g de sol	19 × 10 ⁷	150 × 10 ⁷	133 × 10 ⁷

Tableau N°10 : Variations du taux de champignon dans le sol (Hadj-djelloul , 2016)

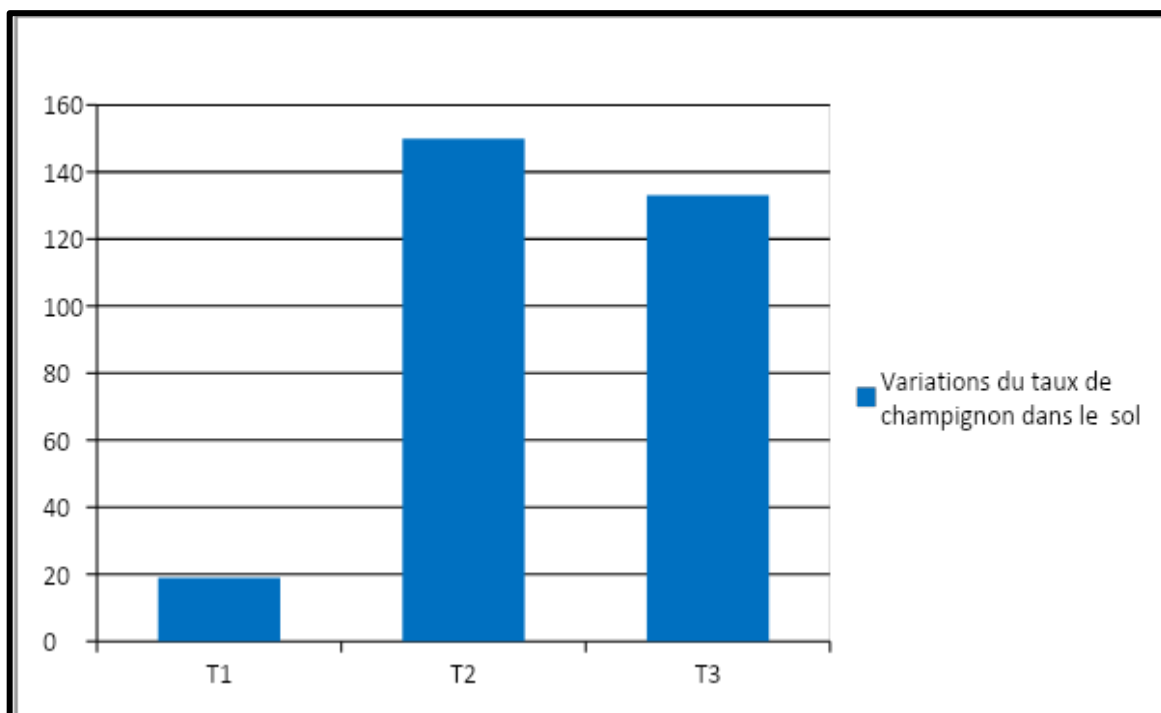


Fig N°25 : Variations du taux de champignon dans le sol (Hadj-djelloul , 2016)

Les résultats moyens (Fig25) montrent que le taux de champignons enregistré en T1 avec une moyenne de 19×10^7 germes/ g de sol est relativement faible en T2 le taux est relativement plus élevé avec une moyenne de 115×10^7 germes/ g de sol.

Et en T3 le taux diminue et est d'une moyenne de 133×10^7 germes/ g de sol (D'après Hadj-djelloul, 2016) .

3.2. Evolution des taux des actinomycètes du sol en fonction du temps :

Résultats :

Temps Taux des actinomycètes	T1	T2	T3
Nbr de germe 10 ⁷ / g de sol	81×10^7	175×10^7	61×10^7

Tableau N°11 : Variations du taux de actinomycète dans le sol (Hadj-djelloul , 2016)

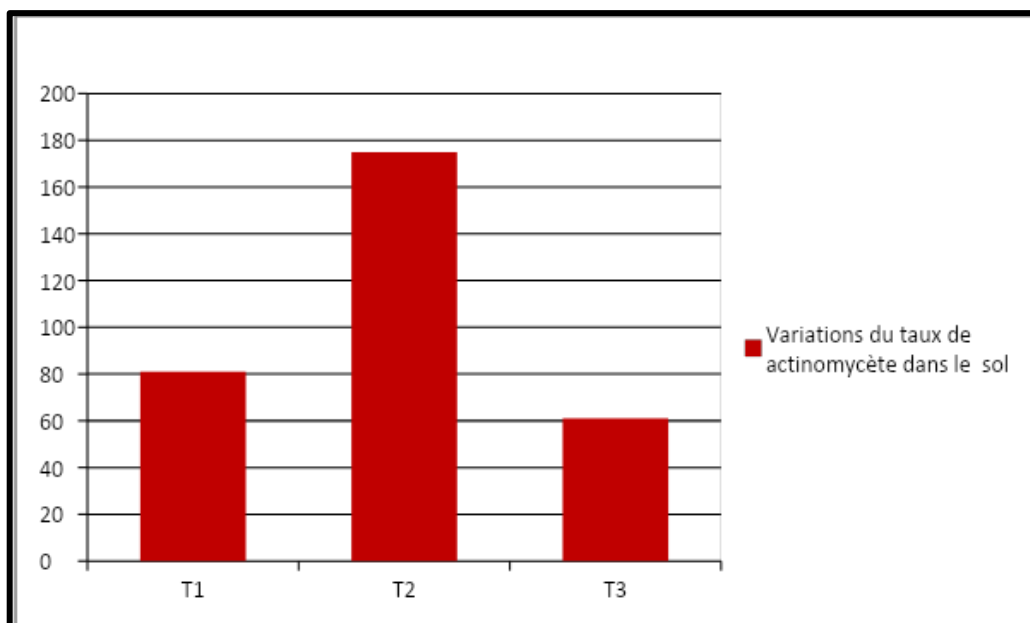


Fig N°26 : Variations du taux de actinomycète dans lesol(Hadj-djelloul , 2016)

Les résultats moyens de (Fig26) montrent que le T1 présente une valeur des actinomycètes égale à 81×10^7 germes/ g de sol .

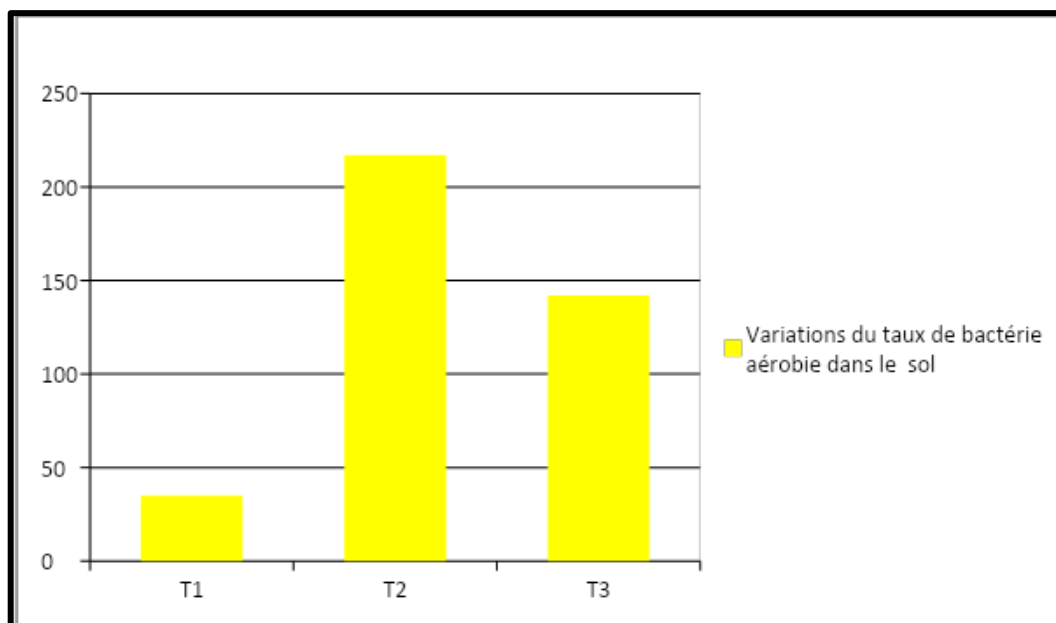
EnT2 le taux est relativement plus élevé avec une moyenne 175×10^7 germes/ g de sol.

Et en T3 le taux des actinomycètes a diminué pour atteindre 61×10^7 germes/ g de sol (D'après Hadj-djelloul,2016) .

3.3. Evolution des taux des bactéries aérobies du sol en fonction du temps :

Taux des bactéries aérobies	T1	T2	T3
Nbr de germe 10^7 / g du sol	35×10^7	217×10^7	142×10^7

Tableau N° 12: Variations du taux de bactérie aérobie dans lesol(Hadj-djelloul , 2016)



FigN° 27: Variations du taux de bactéries aérobies dans lesol(Hadj-djelloul , 2016)

Les résultats moyens (Fig 27) montrent que le T1 des bactéries aérobies est plus faible avec une moyenne de 35×10^7 germes/ g de sol .

En T2 le taux des bactéries aérobies s'élève et atteint une moyenne de 217×10^7 germes/ g de sol.

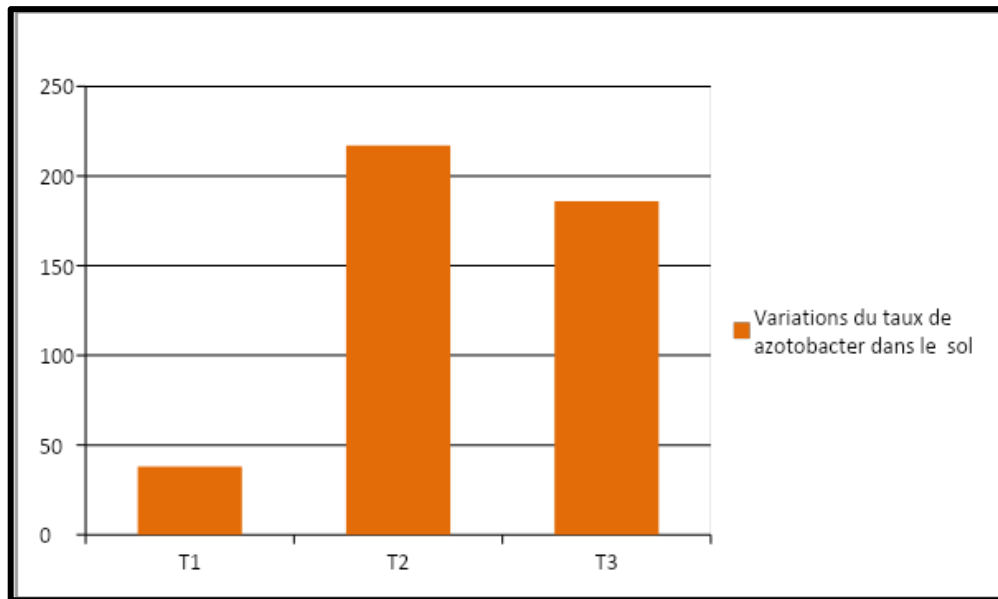
Et le taux des bactéries aérobies enregistré en T3 avec une moyenne de 142×10^7 germes/ g de sols'avère relativement faible. (D'après Hadj-djelloul,2016)

3.4. Evolution des taux des azotobactères du sol en fonction du temps :

Résultats :

Taux des azotobactères	T1	T2	3
Nbr de germe 10 ⁷ / g du sol	38×10^7	217×10^7	186×10^7

Tableau N°13 : Variations du taux de azotobactère dans lesol(Hadj-djelloul , 2016)



FigureN°28 : Variations du taux de azotobacter dans lesol(Hadj-djelloul , 2016)

Les résultats moyens (Fig 28) montrent que le T1 des azotobacters est faible avec une moyenne de 38×10^7 germes/ g de sol.

Puis en T2 le taux des azotobacters est plus élevé avec une moyenne de 217×10^7 germes/ g de sol est relativement forte.

Et en T3 le taux a diminué à une moyenne de 186×10^7 germes/ g de sol (D'après Hadj-djelloul , 2016) .

4. Discussion

	sous culture de blé			sous culture de lentille		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Champignons	$53,55 \times 10^7$	$197,802 \times 10^7$	$23,949 \times 10^7$	19×10^7	150×10^7	133×10^7
Bactéries aérobies	$253,98 \times 10^7$	$694,802 \times 10^7$	$15,487 \times 10^7$	35×10^7	217×10^7	142×10^7
Azotobacters	$55,087 \times 10^7$	$138,6 \times 10^7$	$11,96 \times 10^7$	38×10^7	217×10^7	186×10^7
Actinomycètes	$13,347 \times 10^7$	$99,992 \times 10^7$	$31,986 \times 10^7$	81×10^7	175×10^7	61×10^7

Tableau N°14 : Etude comparative des germes microbiens sous culture de blé et sous culture de lentille (Hadj-djelloul , 2016 et Benouadah,2020) .

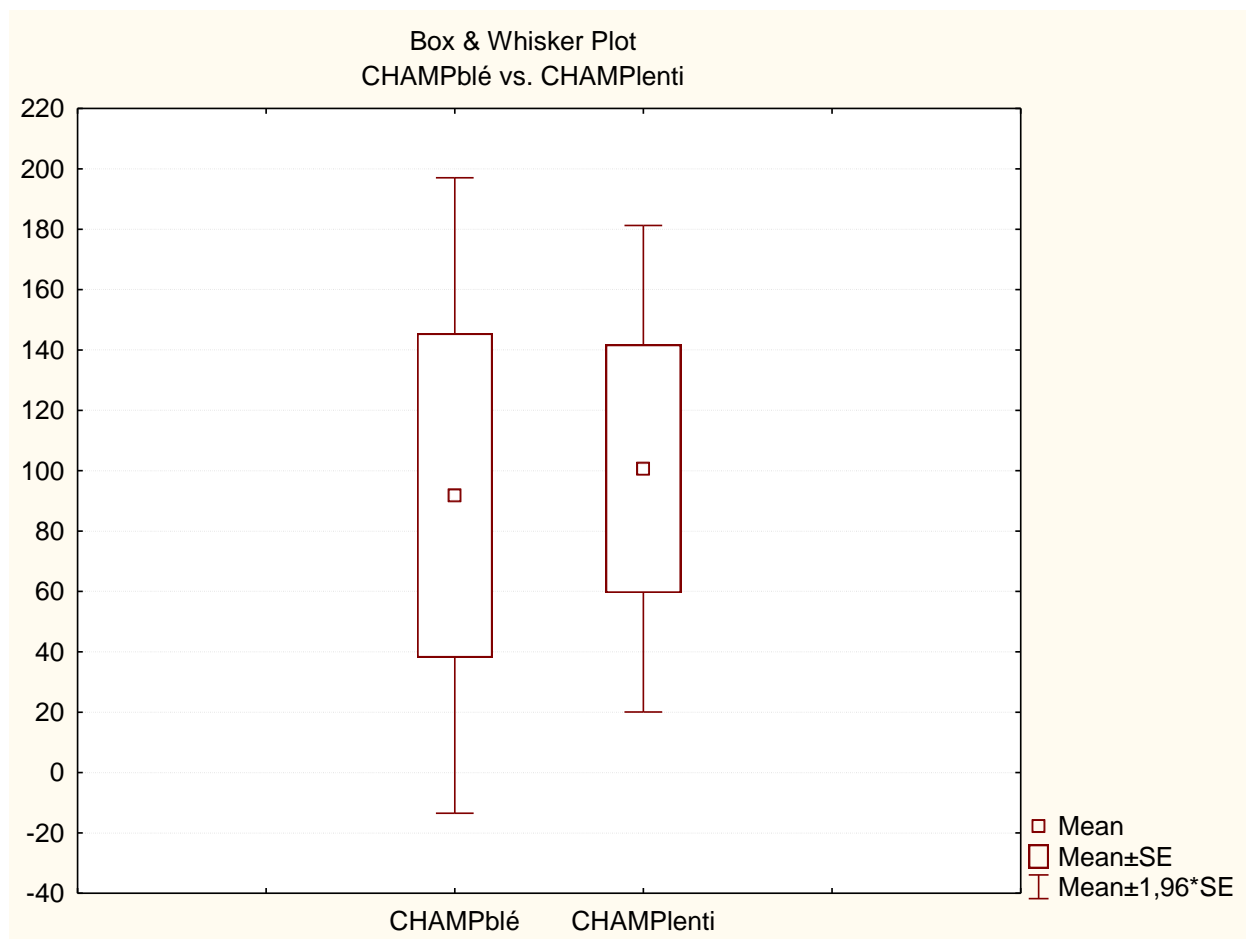


Figure n°29 : comparaison des moyennes de champignons sous culture de blé et de lentille

Selon les résultats présentés par la figure N 29:

On voit que la moyenne des champignons est plus élevée sous culture de blé par rapport à la culture de lentille. Cela peut s'expliquer par les conditions des températures, d'humidité, d'aération et la disponibilité des éléments nutritifs sous culture de lentille (d'après HADJ JELLOUL).

Selon BOTTNER et BILLES (1987), l'extrême répartition hétérogène de la population microbienne dans la rhizosphère, est due à une variation temporelle ou la racine rencontre dans sa croissance ; une diversité de microorganismes. Le succès de la colonisation est fonction des mécanismes d'adhésion de la bactérie sur la paroi racinaire ; de l'affinité du substrat et probablement du substrat de reconnaissance d'origine végétale ou microbienne ; à l'hétérogénéité due à la variation du substrat dans le temps et dans l'espace, il faut ajouter l'hétérogénéité dans l'environnement racinaire (GOLEMEN 1985).

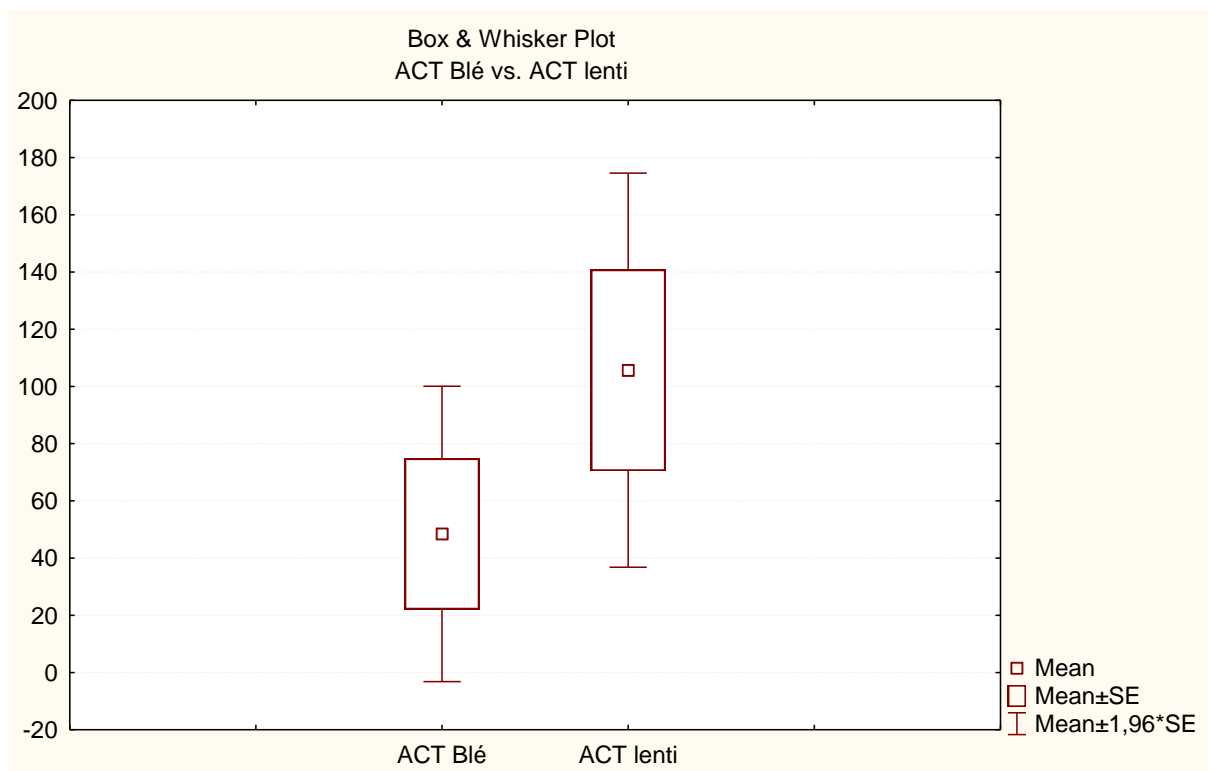


Figure n°30 : comparaison des moyennes d'actinomycètes sous culture de blé et de lentille

Les résultats illustrés par la figure n°30 : montre que la moyenne des actinomycètes est relativement faible sous culture de blé par rapport à celle de lentille, le nombre des actinomycètes est important dans les échantillons de lentille où les conditions de humidités sont plus favorable pour le développement de ce groupe microbien

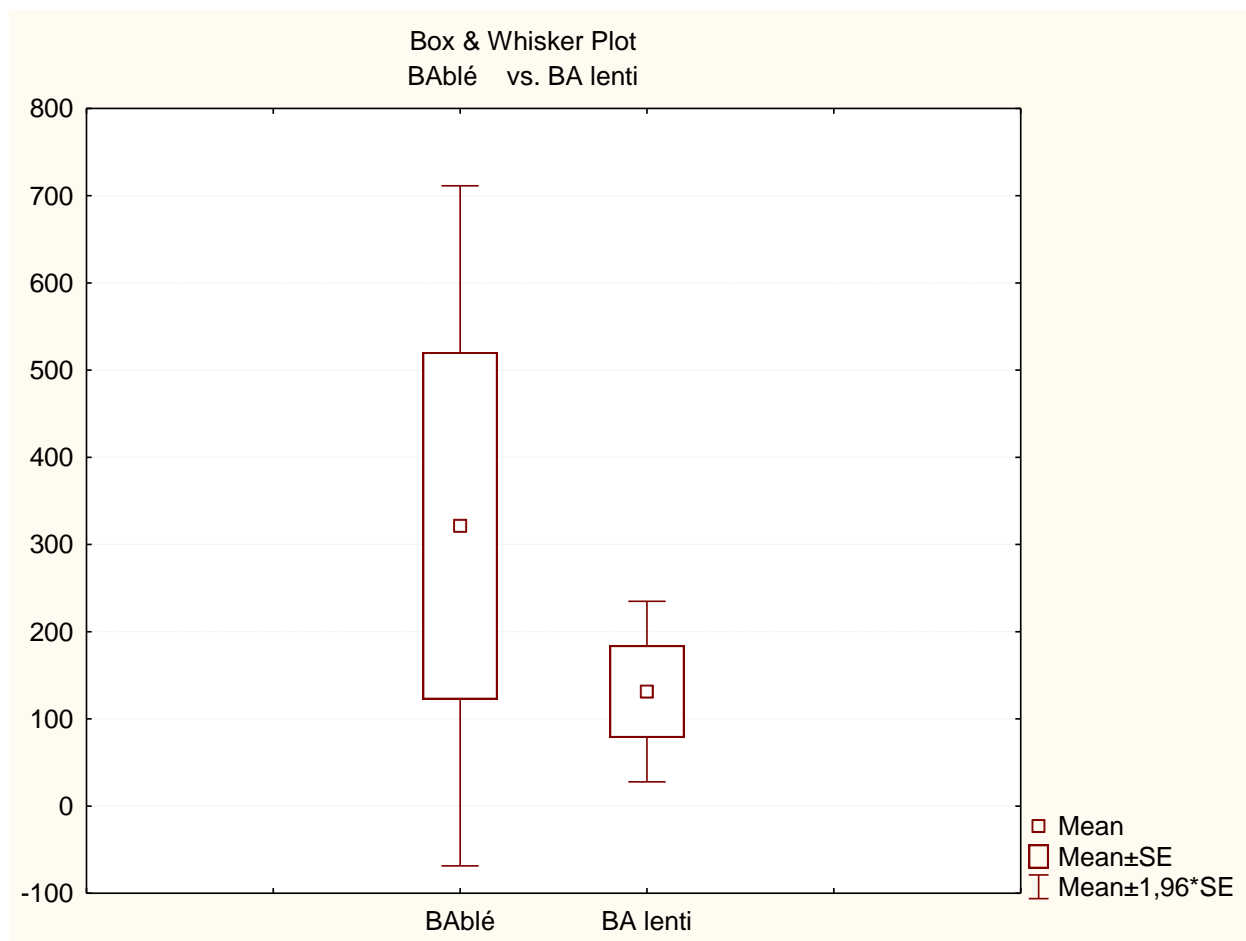


Figure n°31 : comparaison des moyennes des bactéries aérobiessous culture de blé et de lentille

L'examen des résultats de la figure n°31 : montre que la moyenne des bactéries est moins élevée par rapport celle due blé cela peut s'expliquer par les températures basses hivernales qui ont un effet direct sur l'évolution des germes et peuvent même parfois entraîner une stérilisation partielle par le froid. En période printanière, leur taux présente une croissance moyenne appréciable ou les températures sont plus clémentes et favorable au développement des microorganismes.

Le nombre des bactéries aérobie est relativement forte cela peut s'expliquer d'une part, par l'activité physiologique intense du blé et d'autre part par l'effet d'apport à ce stade ou l'exsudation racinaire stimule ce groupe qui par la suite voit une baisse ou le blé entame sa phase de maturation (d'après benouadah).

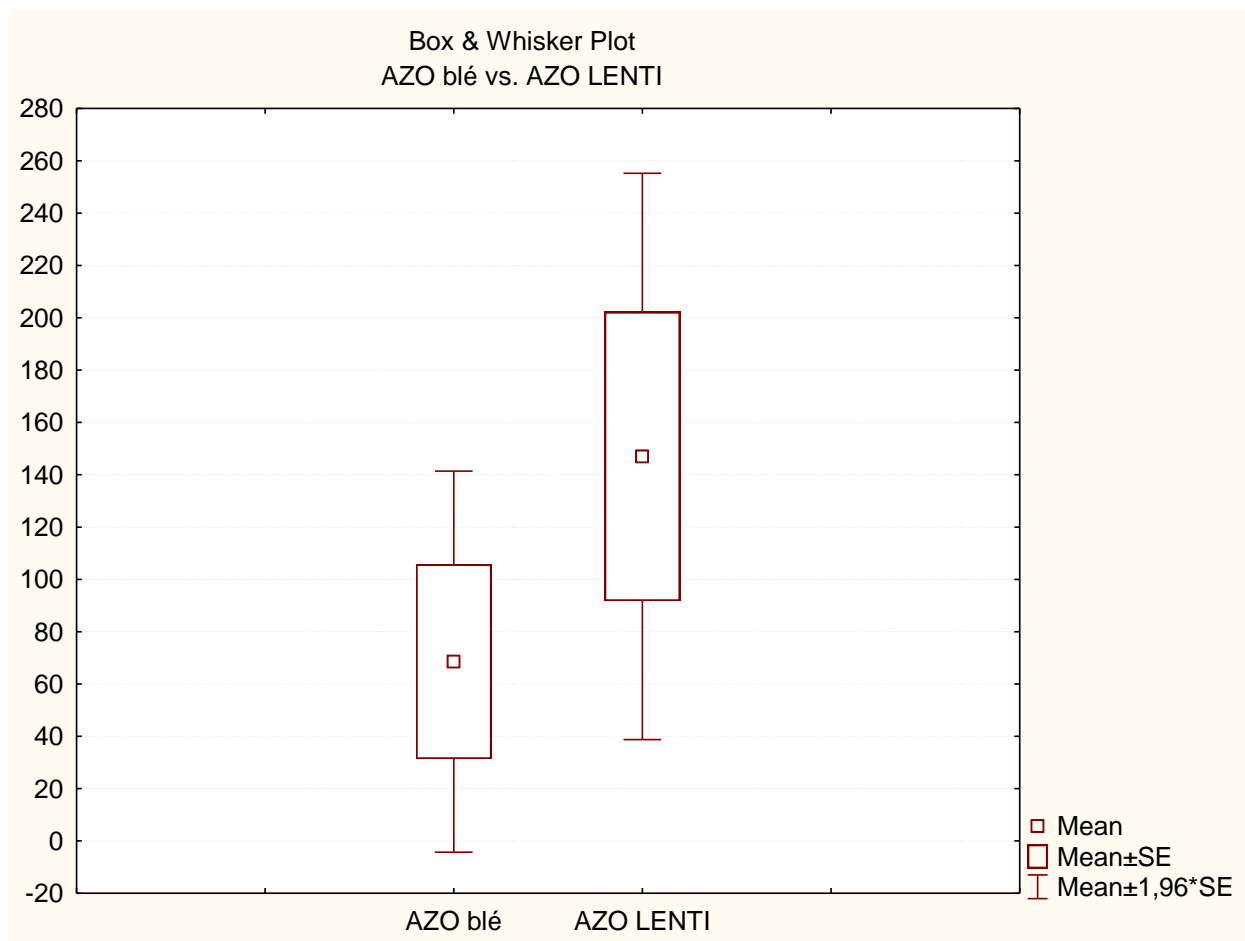


Figure n°32 : comparaison des moyennes d'azotobacters sous culture de blé et de lentille

Les résultats mentionnés dans la figure n°32 : montrent que la moyenne des azotobacters est relativement forte par rapport à celle de blé, cela peut s'expliquer par l'activité des nodules, organes de fixation du diazote atmosphérique. La fixation biologique de l'azote est rendue possible par des bactéries du genre *Rhizobium*, des protéobactéries aérobies, diazotrophes, naturellement présentes dans la rhizosphère (Masson-Boivin et al., 2009). Les *Rhizobium* induisent la formation de nodules racinaires où a lieu la symbiose, ainsi que la fixation et l'assimilation du diazote atmosphérique.

Ces nodules renferment des *Rhizobium* qui ont subi une forte différenciation en bactéroïdes.

Les bactéroïdes sont des formes capables de fixer le diazote au sein des nodules (Geddes, Oresnik, 2016).

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'investigation entreprise nous permet de mettre en relief que les azotobacters sont plus importants par rapport aux autres groupes microbiens sous culture de lentille parce qu'ils disposent de nodosités collées au système racinaire qui fixent l'azote atmosphérique

Les germes les plus importants sous culture de blé sont : les champignons et beaucoup plus les bactéries aérobies dont les conditions environnantes répondent probablement aux exigences de la population microbiennes d'où affinité à son écologie microbienne.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

ABECASSIS J. 1993. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Ind. Céréales N° 81. pp 35.

Adjanooun Adolphe., Baba-moussa Lamine Said., Dagbenonbakin Gustave., Saidou Aliou., Toukourou Fatiou (2017). Utilisation des microorganismes du sol pour accroître la productivité agricole p23-26-28-29-30. Manuel de l'Apprenant .

AIT SLIMANE Y. 2007. Etude comparative des potentialités technologiques des blés durs Algériens anciens et récents : Revalorisation de la qualité de ces blés par différentes stratégies d'études : Critères technologiques (infra rouge), Biochimiques (électrophorèse bidimensionnelle) et Moléculaire (P.C.R.). Thèse Doctorat. Univ. Annaba. 137 + Annexes.

Alabouvette Claude , Saiz-Jimenez Cesareo . (2011). écologie microbienne de la grotte lascaux. p1

Alexander M (1977) Introduction to soil microbiology, 2nd edition. J. Wiley and Sons Inc. NY, p 467.

Allen , O.N . and E.K .Allen . (1981) – the leguminosae , a source book of characteristics , uses and nodulation the university of wisconsin press . madison

Amarger , N , Macheret , V . Lagerre , G. (1997) . rhizobium gallicum sp . nov and rhizobium giardini sp . nov . from phaseolus vulgaris nodules . int . J . S yst. Bacteriol. 47 :996-1006.

Ammar M (2014) Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier : p17-20.

Amsterdam : Elsevier/Academic Press.

Aubert Georges, et Boulane Jean, (1980), la pédologie.

Bado, B. V. (2002). Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina-Faso. Thèse de doctorat, l'université de Laval

Références bibliographiques

Baudoin J.P. 2001-contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5(4) : 221-230

BELAID D. 1996. Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'Agronomie. Batna. 187p.

Ben Mbarek, K., Boujelben, A., Boubaker, M., Hannachi, C. (2009). Criblage et performances agronomiques de 45 géotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) soumis à un régime hydrique limité. *13(3)* :381-393.

Benouadah .Salima, (2020). Evolution et dynamique de la matière organique du sol sous conditions semi-arides (région de Tiaret) .Th doctorat : Agronomie : université Ibn khaldoun Tiaret. p 11-48-75-76.

Brencic, A. & Winans, S.C. (2005) Detection of and Response to Signals Involved in Host-Microbe Interactions by Plant-Associated Bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 69, 155-194.

Brewin .N.J (2004) plant cell wall remodeling in the rhizobium legume symbiosis .*crit .rev . plant sci . 23* :293-316.

Broughton , W .J (1984) – nitrogen fixation : legumes the journal of chartto and windus 2Td londress.117.

Calvet Raoul., (2003), Le sol propriétés et fonctions, T1.ED France agricole, Paris. 456 pages.

Camuzard Jean pierre , (2000), le sol un milieu complexe au pouvoir épurateur.

Canon 2008 chapitre 3 : légume comparative génétiques

Cermola , M ; Fedorova .E. Tatè .R .riccio, A. Favre . R .Patriarca .E . J (2000) . nodule invasion and symbiosome differentiation during rhizobium etili-phaseolus vulgaris symbiosis .*mol plant microb. Interact . 13* :733-741

CHABI H., DEROUICHE M., KAFI M. et KHILASSI E. 1992. Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 317p

Références bibliographiques

CHAUSSOD R et NICOLARDOT B (1982) .Mesure de la biomasse microbienne dans les sols cultivés .Rev.EcolBiol . sol N 19 (4) Dijon , pp.501-512

CHIKHI A. C. 1992. Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation de complément du blé au niveau de la Mitidja. Thèse Ing. INA. El Harrach. 371p

Claude Bourguignon, (2002), Le sol la terre et les champs. Sang de la Terre, Paris., p 47-53-54-55.

CLEMENT G. et PRATS J. 1970. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351 p.

Davet , P. (1996) . Vie microbienne du sol et production végétale .institut national de la recherche agronomique , INRA , 75338paris Cedex 07 , ISBN 2-7380-0648-5.383 p.

Davet. P.(1996).Vie microbienne du sol et production végétale. Edition INRA.Paris p 66.

De Faria , S.M . Lewis G.P .Sprent , J.I Sutherland , J.M (1989) occurrence of nodulation in the leguminosae . NexPhytologist .111 :607-679.

Denman , K.L Brasseur .G. Chidthaisong. A . C iais .P . Cox .P.M. D ickinson .R.E .Hauglustaine .D .Heinze .C . Holland .E. Jacob . D. Lohmann .U. Ramachandran.S.da Silva Dias .P.L . Wofsy.S.C , Zhang , X.(2007) . couplingsbetween changes in the climate system and biogeochemistry .climate change : the physical science basis . contribution of working group i to the fourthassessment report of the intergovernmental panel on climatechange .cambridgeuniversitypress.

Dequiedt, B. (2012). Réduire les émissions de l'agriculture : l'option des légumineuses. P4

Dictionnaire de botanique de Gaston Bonnier

Djebbah Fatima zohra ,(2016). Isolement des microorganismes (actinomycètes et moisissures) producteurs de substances antimicrobiennes à partir du sol d'une grotte dans la région de Tlemcen (Tagma) .Master : Microbiologie : université de Tlemcen .p 7.

Dommergues, Yvon .MangenotFrançois .(1970) ecologie microbienne du sol .Masson et Cie, paris, p 6-27-28-48-63.

Références bibliographiques

Doyle, J.J., Luckow, M.A. (2003). The rest of the iceberg: legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant Physiol.* 131 :900-10

Duc, G., Mignolet, C., Carrouée, B., Huyghe, C. (2010). Importance économique passée et présente des légumineuses : *Innovations Agronomiques*, 11 :1-24.

Duhoux, M., Nicole, M. (2004). *Biologie végétale. Associations et interactions chez les plantes*. Ed. Dunod, Paris. 166p

Dupont F., Guignard J.L. (2015). *Abrégé de Botanique 15ème édition*. Editions Masson, Paris

Emerich D.W.; Krishnan H.B. (2014). Symbiosomes: temporary moonlighting organelles. *Biochem. J.* 460 (1) : 1-11

Esseling, J.J., Lhuissier, F.G.P., Emons A.M.C. (2003). Nod factor induced root hair curling: continuous polar growth towards the point of nod factor application. *Plant Physiol.* 132 :1982-1988

FERRET M. 1996. Blé dur, objectif qualité. Ed. ITCF. 43p.

Foucher, F. et Kondorosi, E. (2000). Cell cycle regulation in the course of nodule organogenesis in *Medicago*. *Plant Molec. Biol.* 43 :773-786.

Foucher, F. et Kondorosi, E. (2000). Cell cycle regulation in the course of nodule organogenesis in *Medicago*. *Plant Molec. Biol.* 43 :773-786.

Fyad Lameche, F.A. (2007). *Les légumineuses ou fabacées. Cours présenté des sciences*. Département de biotechnologie. Université d'Oran Es-senia. Algérie.

Gage, D.J. (2004). Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol. Molec. Biol. Rev.* 68 :280-300

Gage, D.J. (2004). Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol. Molec. Biol. Rev.* 68 :280-300

GALLOT (1983). *Les interactions sol-racine. Incidence sur la nutrition minérale*. Ed. INRA, Paris 325p

Références bibliographiques

- GATE P. 1995. Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
- Gerard J Tortora, Berdell R Funke , Christine L Case. (2003). introduction à la microbiologie. P 5.
- Gobat Jean-Michel., Aragno Michel., Mathey Willy., (2003). Le sol vivant, France, 568 pages.
- Gobat Jean-Michel., Aragno Michel., Matthey Willy., (2010). Le sol vivant. 3^{ème} Ed .presse polytechnique et universitaire romands Lausanne. Italie. P 817.
- Guignard J., Dupont F. (2004) - Botanique- systématique moléculaire- Ed. Masson. 13^e édition
- Hadj-djelloul Aicha, (2016). Etude de l'évolution saisonnière de la biomasse microbienne des sols cultivés de lentille ; cas de la région de Sebaine (Tiaret). Master : sciences biologiques : université Ibn Khaldoun de Tiaret. p 1-46-67-68-69-70.
- Halbleib , C.M . L udden . P. W (2000) .regulation of biologicalnitrogenfixation . J. nutr . 130 :1081-4.
- Hales N, Rush C (2016) Algeria Grain and Feed Annual 9: 1-11.
- Judd W.S., Campbell C.S., Jules Bouharmont., Kellogg E.A. et Stevens P. (2001). Botanique systématique : une perspective phylogénétique. Ed :deboeck. pp.415-418.
- Lazrek – Ben Freha . F (2008) . Analyse de la diversitégènétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de medicagotruncatula et recherche de QTLsliès au stress salin .thesedoctorat .université de toulouse111 . France .254p.
- Lee G-J Wu , X ; Shannon J.G Sleper , D.A and Nguyen , H.T (2007) chapter 1 : soybean .Genomemapping and molecularBreeding in plants oilseeds, volu,e 2,1-53. C.Kole(Ed) springer- Verlag Berlin Heidelberg
- Les Bactéries Nodulant les Légumineuses (B.N.L) : caractérisation des bactéries associées aux nodules de la Légumineuse Fourragère, Hedysarumperrauderianum (Sebihi, 2008).
- Lewis , G.P ; Schrire , B.D ; Mackinder , B.A Lock , J.M ed (2003) . legumes of the Word .RoyalBotanicGardens ,Knew , UK

Références bibliographiques

Limpens , E ... Bisseling . T (2003) signaling in symbiosis .currentopinion . plant Biol .6 :343-350.

Maier,Raina.M., Pepper, Ian.L et Gerba, Charles.P (2009). Environmental microbiology.

Martinez –Romero , J ; Ormeno-Orrillo ; E ; Rogel .M ; Lopez – lopez ; a ; martinez – romero E (2010) trends in rhizobialevolution and sometaxonomicremarksevolutionarybiology-concepts . mol .morphol. Evol .301-315

Masson – Boivin , C ; Giraud , E ; perret ; X ; Batut , J (2009) . Establishingnitrogen-fixing symbiosiswithlegumes : how many rhizobium recipes ? trends microbiol.17 :458-466.

Merabet , C . (2007). Diversité et role des rhizobia des régions salées et arides d’algérie . Thèse Doctorat. Université oran .214p.

MERIZEK S. 1992. Evolution de la biomasse et des composantes du rendement d’une culture de blé conduite en sec et en irrigué. Thèse Ing. INA El Harrach. P.10.

Michel-claude Girard., Christian, Walter., Jean-claude, Rémy., Berthelin, Jacques., Jean-louis, Morel .(2005).Sol et environnement. Dunod, Paris., p 45-59.

Michelle, I, Lindeque.,(2005)-Diversity of root nodule bacteriaassociatedwithPhaseoluscoccineus and Phaseolusvulgarisspecies in southAfrica. University of Protoria.

Morel, Robert (1996). Les sols cultivés. 2^{ème} Ed Lavoisier TEC&DOC. Paris. P 389.

Noumeur, Sara Raouia (2008). Biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de Hamla (Batna). Th doctorat : Biologie : Université Mentouri Constantine. P 15.

Oldroyd , G ; (2001) . Dissectingsymbiosis : developments in nod factor signal transduction Annals bot .87 :709-718.

Oulbachir (2010),Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométrique et differentetages bioclimatiques th doctorat : Biologie université d’Oran P 52-53-54-55.

Références bibliographiques

patriarca, E.J Tate ,RFerraioli , S , Iaccarino , M (2004) Organogenesis of legumeroot nodules . int. Rev cytol.234 :201-62

Pierre Armand. Roger et J.L. Garcia. (2001). Introduction à la microbiologie du sol .p 23-26-29-32.

Polhill, R. M., Raven, P.H.; and Stirton, C. H.(1981) -. Evolution and systematic of Leguminous. In: Advances in legumeSystematics. Eds. Polhill, R.M, andRoyal, P. P. BotanicGardens, Kew, UK

Rameau JC, Mansion D, Dumé G, Gauberville C. (2008).Floreforstièrre française. Tome 3. Région méditerranéenne. Edition. Agro Paris tech ENGREF. 2777p.

reprint 1990, BX 9020668

Sahgal, M etJohri , B.N (2003) . the changing face of rhizobialsystematics .current science. 84 (1) ; 43-48

Schut , P (2001) . Rhizobia . xxx. Microbiology on lignr . org.uk

SELMI R. 2000. Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. Revue Afrique Agriculture .N° 280. pp 30-32.

Simon J-P (2005) plantes utilisée par Lhomme : chapitre 11 les légumineuses .préparés pour le département de sciences biologique . université de Montréal

Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M., Jeanmoned D. (2004). Botaniquesystématique des plantes à fleur. Presses polytechniques et Universitaires romandes, CH –Lausanne

Sprent J I. (1995). Legumetrees and shrubs in the tropics: N₂ fixation in perspective. SoilBiol. Biochem. 27.pp. 401-407.

Stacey, G Libault ,M, B rechenmacher , L Wan J.D May , G. (2006) Genetics and funcyionalgenomics of legume nodulation . curropignon plant biol .9 :110-121

Theodorakopoulos, Nicolas(2013). Analyse de la biodiversité bactérienne d'un sol contaminé de la zone d'exclusion de Tchernobyl et caractérisation de l'interaction engagée

Références bibliographiques

par une souche de *Microbacterium* avec l'uranium. Th doctorat : Microbiologie : Université d'AixMarseille, p 5.

Tilak, K ; Ranganyaki , N ; pal , K.K.De .R . Saxena . A.K ShekharNautyal .C . M ittal. S .Tripathi .A.K.Johri.B.N.(2005) diversity of groxth plant and soilhealthsupportingbacteria . curr.sci .89 :136-150.

Troszynhska, A., Estrella, I., Lopez-Amores, L.M., and Hernandez, T. (2002).AntioxidantActivity of pea (*Pisumsativum* L) SeedCoatAcetoneextract. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 35: 158 -164.

Udvardi ,M.ktABATA s Parniske .Met Stougaard , J (2005) Lotus japonicus , legumeresearch in the lane trends plant sci 10 :222-228

van der Heijden, M.G.A., Streitwolf-Engel, R., Riedl, R., Siegrist, S., Neudecker, A., Ineichen, K., Boller, T., et al. (2006b) The mycorrhizal contribution to plant productivity, plant nutrition and soil structure in experimentalgrassland. *New Phytologist*, 172, 554-562..

Vance C.P Egli ; M.A Griffith ; S.M et Miller S.S 2000 plant regulated aspects of nodulation and N₂-fixation .*Plant CellEnvironement* 11 (5) : 413-427

VILAIN M (1987) .la production végétale , les composants de la production .Ed. JB .Baillère, paris.396p

Zahran , H.H (1999) Rhizobium-legumeSymbiosis and Nitrogen Fixation undersevere Conditions and in an AridCli,ate. *Microbiol.Mol.Biol .Rev* .63,968-989.

Annexes

Annexe1**Composition des milieux de cultures des différents germes microbiens****1. Actinomycètes**

Produits	Quantité
Saccharose	10 g
Glutamate de Na	10 g
K ₂ H ₂ PO ₄ ou Na ₂ HPO ₄	01 g
Gélose ou l'Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

2. Champignons (milieu CZA pek)

Produits	Quantité
NaNO ₃	03 g
K ₂ HPO ₄	01 g
MgSO ₄	0.5 g
Kcl	0.5 g
Saccharose	30 g
Gélose ou l'Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

3. Azotobacters (milieu Ashby)

Produits	Quantité
Glucose	10 g
K ₂ HPO ₄	0.2 g
MgSO ₄	0.2 g
K ₂ SO ₄	0.1 g
CaCO ₃	05 g
Gélose ou l'Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

4. Bactéries aérobies

Produits	Quantité
Glucose ou Saccharose	10 g
K ₂ HPO ₄ ou Na ₂ HPO ₄	0.5 g
MgSO ₄	0.2 g
Glutamate de Na	1.5 g
CaCO ₃	0.2 g
Gélose ou l'Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

Annexe 2

Table de Mac Crady

3 Tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre De cellules	Nombre caractéristique	Nombre De cellules	Nombre Caractéristique	Nombre De cellules
000	0.0	210	1.4		
001	0.3	202	2.0	302	6.5
010	0.3	210	1.5	310	4.5
011	0.6	211	2.0	311	7.5
020	0.6	212	3.0	312	11.5
100	0.4	220	2.0	313	16.0
101	0.7	221	3.0	320	9.5
102	1.1	222	3.5	321	15.0
110	0.7	223	4.0	322	20.0
111	1.1	230	3.0	323	30.0
120	1.1	231	3.5	330	25.0
121	1.5	232	4.0	331	45.0
130	1.6	300	2.5	332	110.0
200	0.9	301	4.0	333	140.0

Résumé

Notre investigation consiste en une étude comparative de l'évolution des germes microbiens

Plus précisément (champignons, azotobacters, actinomycètes et bactéries aérobies) sous deux cultures différentes à savoir : sous une culture de blé et une culture de lentille en fonction du temps.

Nous présentons par la suite les résultats obtenus dans chaque étude et nous procédons à une étude comparative réalisé les résultats de l'évolution ont montré que les azotobacters sont plus importants par rapport aux autres germes sous la culture de lentille parce qu'ils ont une capacité de fixation d'azote, et sous culture de blé il a été déduit que les bactéries aérobies sont les plus importants du fait d'une bonne écologie.

Mots clés : blé, lentille, germes microbiens, Azote.

ملخص

يتمحور البحث حول إجراء مقارنة تطور الكائنات الحية المجهرية.

بشكل أدق حول تطور (الفطريات، البكتيريا الأزوتية، البكتيريا الشعابوية والبكتيريا الهوائية) في زراعتين مختلفتين: العدس والقمح.

ثم قدمنا النتائج المتحصل عليها التي بينت أن البكتيريا الأزوتية أكثر أهمية لقدرتها على تثبيت الأزوت بالنسبة للعدس، أما بالنسبة للقمح فوجدنا أن البكتيريا الهوائية أكثر أهمية.

الكلمات المفتاحية : القمح، العدس، الكائنات الحية المجهرية، الأزوت.