



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

N° d'ordre :

N° de série :



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

**Etude de réhabilitation des terres abandonnées cultivées en pomme de terre
dans la région d'El Oued par les probiotiques et les prébiotiques**

Présenté par :

MOUMNI Kheloud

LOUIHIDI Nadjat

ZIKRI Messaouda

Devant le jury composé de :

Président : BEKKOUCHE Amel M.A.A Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

Examinateur : BOUAFIANEMabrouka M.C.B Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

Promoteur : ALLALI Ahmed M.C.B Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued.

- Année universitaire 2021/2022




Remerciements

Au terme de ce travail de fin d'étude, on voudrait exprimer nos sincères remerciements et nos profondes reconnaissances A le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience ; de nous avoir guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail.

À notre encadreur de ce mémoire ALLALI Ahmed pour avoir consenti à suivre ce travail tout au long de sa réalisation avec beaucoup d'attention jusqu'à son aboutissement, Pour les nombreux conseils dont il nous a faite profiter, pour sa disponibilité

On adresse nos sincères remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire département de la science de la nature et de la vie, Université HAMMA LAKHDAR, Eloued.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation tout au long de ces années





Dédicace

Je m'incline devant Dieu Tout-Puissant qui avec m'a ouvert le savoir et aidé à la franchir Je dédie ce mémoire à ma mère Nacirakhezzane et mon père Mohammed pour les efforts qu'ils ont fournis pour me permettre une meilleure vie, m'on encourage à aller de l'avant et qui m'on donné tout leurs amour pour reprendre mes étude que sans lesquels je n'aurais jamais en mes diplôme.

A mon oncle Hocine Merci pour vos efforts pour m'apprendre à un moment donné

A Mes frères: Rachad, Walid, Abd-alwahab, Abd-Al fatah et Fatima Al zahraa

A mes amies et tous ma familles, à tous ceux que j'aime À tous ce qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.



Kheloud



Dédicace

Dieu soit loué, qui nous a permis d'apprécier cette étape de notre parcours académique avec ce mémorandum et de le porter à nos honorables parents, que Dieu les préserve et les perpétue comme une lumière sur mon chemin.

A toute la généreuse famille qui m'a soutenu et qui sont toujours frères et soeurs

Aux compagnons du voyage suivant qui ont partagé ses moments avec moi

À tous ceux qui ont eu un impact sur ma vie et à tous ceux que j'aime



Nadjet



Dédicace

Au cœur qui m'a comblé de l'amour et des soins de ma mère, à celui qui m'a rendu la vie, mon père, je lui dédie ce travail.

A mes frères Abd al-Raouf, Abd al-Salam Abdal-Latif et Sohaib

A mes soeurs Fatima et Somaya

A mes amis avec qui j'ai vécu les meilleurs jours, surtout

Kheloud et Nadjat

A tous ceux qui ont une place dans mon coeur et dans ma vie



Messouda

Résumé

الملخص

تعد هذه الدراسة مساهمة في دراسة إعادة تأهيل الأراضي المزروعة المهجورة من خلال تقييم الاحتياطات المتراكمة من المواد العضوية والمعدنية في التربة باستخدام البروبيوتيك و البريبيوتيك. أجريت هذه الدراسة على مستوى المحطة التجريبية بكلية علوم الطبيعة. والحياة من جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.

في دراستنا ، قمنا بتضمين حالة واحدة و 3عناصر تحكم أجرينا 12 معاملة T1: التربة والصمغ العربي ، T2: التربة والخرشوف القدس ، T3: التربة والتاريخ ، T4: التربة والسكر الأبيض ، T5: التربة و فيتورغ، T6: التربة والفضلات الحيوانية (الماعز) ، T7: التربة والوزواة ، T8: التربة واللاقمي ، T9: التربة والمصل ، T10: التربة و ماء الشعير ، T11: التربة و بروبيوستاغ، T12: التربة و بيوريم -تيرا

تم إجراء التحليلات البيولوجية للتربة وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن هناك تطورًا وتأثيرًا إيجابيًا للبروبيوتيك و البريبيوتيك على النشاط البكتيري للتربة ونمو النباتات ، ولا سيما المجموع الجذري. وكانت أفضل النتائج هي T1: التربة والصمغ العربي ،T6: التربة وفضلات الحيوانات (الماعز)T9التربة و اللاكتوسيروم ، T10: التربة و ماء الشعير.

أكدت نتائج هذه الدراسة إمكانية تحسين خواص التربة وتجديدها وتنشيطها للأراضي الزراعية مع انخفاض الغلة في منطقة الوادي وزيادة نمو النبات والإنتاجية.

الكلمات المفتاحية: بروبيوتيك ، بريبيوتيك ، نمو ، نشاط بكتيري في التربة ، مجموع جذري ، أرض مُعاد تأهيلها.

Résumé:

Cette étude est une contribution à l'étude de réhabilitation des terres dégradées cultivées par la valorisation des réserves accumulées des matières organiques et minérale dans le sol par utilisations les probiotiques et les prébiotiques, Cette étude a été réalisée au niveau du station expérimentale de la faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'Echahid Hama Lakhdar El-Oued.

Dans notre étude, nous avons inclus un cas et 3 témoins Nous avons réalisé 12 traitements T1:sol et gomme arabique, T2: sol ettopinambour,T3:sol et La datte, T4:sol et Sucre blanc, T5: sol et VIT-ORG VG, T6: sol et excréments d'animaux(chèvres), T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi T9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélac,T11: sol et PRO-BIOSTAG, T12: sol et BIOREM-Terra

Des analyses biologiques du sol ont été menées et les résultats obtenus de cette étude ont montré qu'il y a un développement et un effet positif des probiotiques et des prébiotiques sur l'activité bactérienne du sol et la croissance des plantes, en particulier le système racinaire. Les meilleurs résultats ont été, T1:sol et gomme arabique, T6: sol et le fumier, T9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélac.

Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité d'améliorer les propriétés du sol et de le rajeunir et le revitaliser pour les terres agricoles dont les rendements ont diminué dans la zone de la vallée et ont augmenté la croissance et le rendement des plantes.

Les mots clés : probiotiques, prébiotiques, croissance, activité bactérienne du sol, le système racinaire, réhabilitation des terres.

Abstract:

This study is a contribution to the rehabilitated study of abandoned cultivated land by valuing the accumulated reserves of organic and mineral matter in the soil by using probiotics and prebiotics. This study was carried out at the level of experimental station of the Faculty of Natural and Life Sciences of the University of Echahid Hama Lakhdar El-Oued.

In our study, we included one case and 3 controls We carried out 12 treatments T1: soil and gum arabic, T2: soil and Jerusalem artichoke, T3: soil and The date, T4: soil and White sugar, T5: soil and VIT- ORG VG, T6: soil and animal excrement (goats), T7: soil and wazwaza, T8: soil and lagmi, T9: soil and lactosurom, T10: soil and Réjuvélar, T11: soil and PRO-BIOSTAG, T12: soil and BIOREM-Terra

Biological analyzes of the soil were carried out and the results obtained from this study showed that there is a development and a positive effect of probiotics and prebiotics on the bacterial activity of the soil and the growth of plants, in particular the system root. The best results were T1: soil and gum arabic, T6: soil and animal excrement (goats), T9: soil and lactosurom, T10: soil and Réjuvélar.

The results of this study confirmed the possibility of improving soil properties and rejuvenating and revitalizing it for farmland with decreased yields in the valley zone and increased plant growth and plant

Keyword:probiotics, prebiotics, growth, soil bacterial activity, root system, the rehabilitate

Liste des figures

N°	Liste des figures	Page
01	Représentation schématique des interactions mutualistes entre la plante (autotrophe) et les microorganismes (hétérotrophes) et entre les microorganismes eux-mêmes au sein de la rhizosphère.	22
02	<i>Lactobacillus farciminis</i> CIP 103136 (coloration Gram)	28
03	Lactobacillus casei, (B): Streptococcus thermophilus, (C): Enterococcus faecalis, (D) : Lactococcus lactis	29
04	(A) : Bifidobacterium spp., (B) : Escherichia coli Nissle 1917	29
05	(A): Saccharomyces cerevisiae observée au microscope électronique, (B) : Saccharomyces boulardii observée au microscope électronique à balayage.	30
06	La topinambour	35
07	Biote de VIT-ORG VG	38
08	Bouteille de wazwaza	38
09	Bouteille de lagmi	40
10	Boite de PRO-BIOSTAG	40
11	Schéma du Protocole Expérimental	41
12	Dilutions Décimales de Solution du Sol	43
13	Pourcentage de colonie bactérienne	46
14	Pourcentage de souche fongique	48
15	Stade montaison	49
16	Pourcentage de Germination	51
17	Plantes de blées et leur racines	55

Liste des tableaux

N°	Liste des tableaux	Page
01	Effet positif (+), négatif (-), ou nul (0) des types d'interactions entre deux organismes A et B.	18
02	Classification taxonomie de triticales	33
03	Teneur en acides aminés trouvée dans Acacia sénégal	34
04	Sucres de datte caractéristiques comparées.	36
05	La flore endogène des dattes.	36
06	Analyse du sucres pour 100g	37
07	Caractéristiques physico-chimiques des lactosérums doux et acide	39
08	Dénombrement des colonies des bactériennes	46
09	Dénombrement des Souches Fongiques	48
10	Longueur des plante	52

Liste d'abréviation

DSA : Direction des Services Agricole.

FAO : Food and Agricultural Organisation (Organisation des Nations Unies Pour L'Alimentation et l'Agriculture).

G/g. s. s : germes par gramme du sol sec

GN : Gélose nutritive

cm : Centimètre

CO₂ : Dioxyde de carbone

MO : Matière organique

N : Azote

m² : Mètre carré

ADN: Acide DésoxyriboNucléique

OGM:organisme génétiquement modifié

ONS : Office National de Statistique

S : Second

T : Traitement

UFC : Unité formant colonie.

PO₄⁻³ :Phosphate.

SOMMAIRE

Remerciement
Dédicaces
Résumé et mots-clés
Liste des figures
Liste des photos
Liste des tableaux
Liste d'abréviation
Introduction Générale
PremièreI Partie Revue Bibliographique

CHAPITRE I BIODIVERSITE DE SOL

1.1.biodiversite et ecosysteme.....	7
1.1.1.BIODIVERSITE.....	7
1.1.2.LES ECOSYSTEMES.....	7
1.2.le sol.....	8
1.2.1.LES COMPOSITION DES SOLS.....	8
1. Une fraction solide.....	8
2. Une fraction liquide.....	8
3. Une fraction gazeuze.....	8
1.2.2.LA DEGRADATION DES SOLS DU CULTURES.....	9
1.2.2.1.monoculture et l'agriculture extensive.....	9
1.2.2.2.Les produits pesticides.....	9
1.2.2.3.Les cultures OGM.....	10
1.3.L'AGRICULTURE DE LA REGION D'EL OUED.....	10
1.3.1.LA SITUATION AGRICOLE ACTUELLE.....	10
1.3.2. PRINCIPAUX PROBLEMES AGRICOLES.....	10
1.4. BIODIVERSITE DES SOLS.....	11

1.4.1. LES MICRO-ORGANISMES DU SOLS	11
1.4.1.1. Les Bactéries.....	12
1.4.1.2. Les champignons	14
1.4.1.3. Les Algues	14
1.4.1.4. La faune	15
1.4.2. TYPES D'INTERACTIONS ENTRE MICRO-ORGANISMES.....	16
1.4.2.1. Neutralisme et amensalisme	16
1.4.2.2. Commensalisme	16
1.4.2.3. Compétition	17
1.4.2.4. Prédation.....	17
1.4.2.5. Parasitisme.....	17
1.4.2.6. Anthropisation	17
1.4.3. LA COMMUNAUTE MICROBIENNE DANS LA NICHE RHIZOSPHERIQUE	18
1.4.3.1. Microorganismes symbiotiques.....	19
1.4.3.2. Microorganismes non symbiotiques.....	20
1.4.4. FONCTIONS DES MICRO-ORGANISMES	22

CHAPITRE II PROBIOTIQUES ET PREBIOTIQUES

2.1.histoire de probiotiques.....	25
2.2.definition des probiotiques.....	26
2.3.definition des prebiotiques.....	26
2.4.definition des symbiotiques.....	27
2.5.les microorganismes probiotiques.....	28
2.5.1.LES BACTERIES LACTIQUES	28
2.5.2.LES LACTOBACILLES	28
2.5.3.LES COCCIES	28
2.5.4.LES BIFIDOBACTERIES	29
2.5.5.LES BACTERIES NON LACTIQUES	29
2.5.6.LES LEVURES	30

PARTIE II EXPERIMENTALE

CHAPITRE III MATERIEL ET METHODES

3.1.SITE EXPERIMENTAL.....	33
3.1.1.ECHANTILLON DE TERRE DE CULTURE.....	33

3.2.materiel utilise.....	33
3.2.1. CULTURE TEST.....	33
3.2.PRODUIT PROBIOTIQUES ET PREBIOTIQUES.....	34
3.2.2.PRODUIT UTILISEE COMME PREBIOTIQUES.....	34
3.2.2.1.La gomme arabique	34
3.2.2.2.Topinambour	35
3.2.2.3.Datte	35
3.2.2.4.Sucre blanc	37
3.2.2.5.VIT-ORG VG.....	37
3.2.2.6.Excréments d'animaux(chèvres).....	38
3.2.3.PRODUIT UTILISEE COMME PROBIOTIQUES	38
3.2.3.1.Wazwaza.....	38
3.2.3.2.Lagimi.....	39
3.2.3.3.Le lactosérum	39
3.2.3.4.Réjuvélar.....	40
3.2.3.5.PRO-BIOSTAG.....	40
3.2.3.6.BIOREM-Terra.....	40
4.3.METHODES.....	40
4.3.1.DISPOSITIF ET PROTOCOLE EXPERIMENTAL.....	40
4.3.2.CONDUITE EXPERIMENTALE	42
3.3.3.1.Méthode de Numération des Microflores	42
3.3.3.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol.....	42
3.3.4. PARAMETRES BIOMETRIQUES	44

CHAPITRE IV RESULTAT ET DISCUSSION

4.1.L'EFFET DE LA PRODUIT PROBIOTIQUES ET PREBIOTIQUE SUR DEVELOPPEMENT DES COMMUNAUTES MICROBIENNES.....	46
4.2.L'EFFET DE LA PRODUITS PROBIOTIQUES ET PREBIOTIQUES SUR LES PARAMETRES DE DEVELOPPEMENT ET DE PRODUCTION DE TRITICALE DE BLE AU NIVEAU L'EXPERIMENTATION.....	49
4.2.1 POURCENTAGE DE GERMINATION	49
4.2.2. STADE 2 A 3 FEUILLES	50
4.2.3. STADE TALLAGE.....	50
4.2.4. STADE MONTAISON	51

4.3. RECAPITULATIF DES RESULTATS ET INTERPRETATIONS	53
4.3.1. ROLE DE LA DIVERSITE MICROBIENNE DANS LE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DES SOL.....	53
CONCLUSION GENERALE.....	55
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	57
ANNEXES.....	66

Introduction générale

Introduction Générale

Les pratiques agricoles intensives, qui rend impossible de maintenir le bon fonctionnement de l'écosystème efficace, est en partie tenue pour responsable de l'appauvrissement des sols et particulièrement de leur biodiversité. L'enjeu est de taille pour les agriculteurs, notamment, qui voient leurs récoltes parfois fragilisées par des ravageurs, nécessitant d'importantes quantités d'intrants, poussant sur un sol peu résistant aux aléas climatiques (sécheresse ou fortes pluies). Une telle lutte pour le rendement maximal coûte cher, en temps comme en argent.

L'agriculture joue un rôle important dans la valeur nutritionnelle car elle est à la base de la production d'aliments qui affectent directement la santé humaine. Par conséquent, l'utilisation excessive ou extensive de pesticides, d'engrais chimiques et autres dans le domaine agricole entraîne des taux élevés d'infection humaine par certaines maladies, dont les plus importantes sont cancéreuses, cela est dû à la saturation des produits agricoles avec un grand nombre de produits chimiques nocifs pour la santé humaine. Cela a incité les agriculteurs à adopter de nouvelles méthodes et méthodes agricoles à chaque fois.

L'agriculture algérienne évolue dans un cadre naturel avec des caractéristiques géographiques extrêmes. Même si les facteurs physiques et climatiques restent des causes majeures dans la médiocrité de l'activité agricole, les résultats décevants de l'agriculture depuis l'indépendance ne peuvent être justifiés, néanmoins, uniquement par la dureté de ces conditions naturelles. **(Christian. S.2005)**

Ces conditions naturelles difficiles compliquent la tâche de l'activité agricole pour assurer sa mission et malgré l'amélioration relative des productions agricoles, la situation alimentaire du pays reste très vulnérable. A peine 30 % des terres algériennes sont arables. Le développement de l'agriculture algérienne ne passera donc que par une meilleure exploitation des terres arables disponibles et une meilleure économie de l'eau et ce pour augmenter les rendements. Produire plus sur les mêmes superficies est donc le défi qui reste à réaliser pour l'agriculture algérienne. **(Bruand A. 2009)**

Le Sahara algérien, soit 80% du territoire national. présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués **(Dubost 1991)**. Ces terres semblent prometteuses pour le développement agricole et la sécurité alimentaire du pays malgré leur limite écologique. Les sols des régions arides. sont majoritairement sableux et pauvres en matière organique. La fertilité des sols est très réduite et ils présentent une faible capacité de rétention en eau. A ceci, s'ajoute une structure très meuble assez sensible à l'érosion éolienne. Tous ces inconvénients limitent d'une façon considérable la production.

Parmi les régions sahariennes à vocation agricole, la région de Souf constitue à l'heure actuelle le pôle agricole le plus prometteur par son activité agricole en augmentation exponentielle. Mais vu les méthodes agricoles employées et la fragilité écologique du milieu, nous assistons à l'émergence de problèmes d'ordre agro-techniques sérieux

- une pollution liée à la dissémination des intrants agricoles que sont les produits phytosanitaires, les engrais minéraux azotés et phosphatés ou encore les effluents d'élevage (Merhi, 2008).

- L'une des pratiques agricoles les plus courantes dans la vallée est l'utilisation permanente des sols pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole, l'utilisation croissante d'engrais organiques (résidus d'animaux ou de végétaux) et d'engrais chimiques (azote, phosphates, potasse), qui a eu des effets néfastes sur la santé publique. tout ce problème d'ordre agro-écologique

À cet égard, l'utilisation de probiotiques et de prébiotiques peut être une solution afin de réduire ces impacts négatifs.

En effet, l'une des qualités les plus attrayantes du bio-charbon est sans doute son pouvoir de retenir les nutriments et donc d'augmenter la fertilité des sols (Manlay RJ, Feller C, Swift MJ. 2007), offrant ainsi une meilleure disponibilité des nutriments à la plante.

Une bonne option à considérer est d'augmenter l'exploitation des matériaux stockés, car le sol est sans aucun doute l'utilisateur de probiotiques et de prébiotiques pour le sol.

Selon la problématique exposée ci-haut, Ainsi, l'objectif principal de cette étude vise à déterminer de l'évolution d'un sol traité avec des probiotiques et des prébiotiques sur la culture du blé.

Les hypothèses est que l'addition de probiotiques et de prébiotiques aux sols permet d'améliorer ces caractéristiques physique, biologique et écologique

Pour tous ce qui a précédé nous pouvons émettre des problématiques traduits par les Questions suivantes :

Quel sera l'effet de l'utilisation de produits probiotiques et prébiotiques dans des sols improductifs sur la croissance des plantes dans la région d'el-Oued ?

Dans quelle mesure les probiotiques et les prébiotiques peuvent-ils améliorer la fertilité et la réhabilitation du sol agricole de la zone étudiée ?

Que sont les probiotiques et les prébiotiques, et quel est leur effet sur le sol et les plantes?

Partie I

Revuebibliographique

Chapitre I

Biodiversité de sol

1.1. Biodiversité et écosystème

1.1.1. Biodiversité

La biodiversité est définie comme "l'ensemble de toutes les formes de vie présentes à la surface de la planète, des millions de plantes, animaux et micro-organismes, aux gènes qu'ils contiennent et aux écosystèmes complexes auxquels il appartient ". Cette définition fait explicitement référence à plusieurs notions de la diversité structurale et met en relief la complexité et le caractère multi-échelle du concept de biodiversité. La diversité génétique fait référence à la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Elle peut se mesurer à l'aide d'indices tels que l'hétérozygotie ou le polymorphisme allélique. Enfin, la diversité écologique concerne la diversité des habitants, de l'échelle de l'écosystème à celui des régions ou des continents (**P. Stengel et al, 2018**)

1.1.2. Les écosystèmes

un écosystème se définit comme l'ensemble formé par une association d'êtres vivants (ou biocénose) et son biotope, c'est-à-dire l'environnement biologique, géologique, édaphique (le sol), hydrologique, climatique, etc. Il existe donc une infinité d'écosystèmes différents : une tourbière, une forêt, un « fumeur noir » au fond des océans ; mais la panse d'un ruminant ou un organisme en décomposition constituent aussi des écosystèmes (**McMahon SK, MA, et al 2005**)

Sur la base de la classification des services réalisée par le MA et de la littérature existante, les services écosystémiques du sol peuvent être répartis en 4 grands types de services :

- Les services de support qui supportent le fonctionnement de l'écosystème et l'ensemble des autres services écosystémiques, à travers le cycle des nutriments et de l'eau, la production primaire et la formation du sol...
 - Les services d'approvisionnement qui fournissent des produits tels que l'alimentation, l'eau potable et les matériaux bruts...
 - Les services de régulations qui régulent au sein des écosystèmes le climat, l'érosion, la dépollution...
 - Les services culturels qui correspondent aux bénéfices non-matériels apportés aux sociétés humaines comme les valeurs religieuses, culturelles ou encore esthétiques. (**Daily et al., 1997**)

L'ensemble des services identifiés montre que le sol est un élément vital pour le fonctionnement global des écosystèmes et des sociétés humaines. L'autre point important qui ressort de ces travaux est le lien fort qui existe entre la composante biologique du sol et

Chapitre I Biodiversité de sol

les services écosystémiques, puisque l'ensemble des processus dépend fortement des organismes habitants dans le sol (**Barrios, 2007; Brussaard et al., 2007**).

La biodiversité et les écosystèmes sont étroitement liés. Comme nous l'avons vu, les écosystèmes font partie intégrantes de la biodiversité. Les deux termes ne s'opposent pas, ils sont inséparables l'un de l'autre. La biodiversité comprend donc tous ces différents écosystèmes. Et les relations qui existent entre les différents organismes d'un écosystème donné forment l'essence même de la biodiversité (**Manlay et al., 2007**).

1.2. Le sol

C'est un milieu vivant et dynamique plus complexe en raison de la diversité de ses constituants, des organismes qu'ils renferment et de ces organisations structurales et spatiales variées (**Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.M et al, 2017**), il forme au résultat de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches superficielles de la croûte terrestre, sous l'action de l'eau et des organismes qui s'y développent

Il comprennent cinq constituants principaux : matière organiques, minérales, solutions, gaz, organismes vivants (plantes, mésofaune, micro-organisme) (**Christian.C, 2011**).

1.2.1. Les composition des sols

On trouve trois grandes fractions qui constituent le sol et varient selon : l'action de facteurs climatiques ou par des pratiques culturales

1. Une fraction solide deux types

a. constituants minéraux : par la grosseur ou granulométrie, par leur composition minérale (oxydes de fer, d'aluminium, silicium...)

b. Constituants organiques : débris végétaux et animaux, surtout végétaux produits par le sol (**Matthieu.A, Frédéric.T, 2016**)

2. Une fraction liquide

Sont des substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques et apports par l'homme (engrais) (**Bruand, 2009**).

3. Une fraction gazeuse

La composition de l'atmosphère du sol est voisine de celle de l'atmosphère terrestre : 78% d'azote gazeux (N_2), 22% mélange oxygène (O_2) et gaz carbonique (CO_2) (**Christian.C, 2011**).

1.2.2. La dégradation des sols du cultures

Avec la disparition du chasse et de la cueillette et l'avènement de l'agriculteur, l'homme a commencé à modifier son milieu pour tirer sa subsistance: supprimer les arbres pour améliorer l'ensoleillement et gagner de la surface (**Clergué B et al., 2004**), aérer le sol pour le réchauffer et doper la minéralisation, supprimer les indésirables, sélectionner des espèces comestibles faciles à reproduire, amender, drainer, irriguer, ... Cette artificialisation n'est pas bonne ou mauvaise en soi mais elle peut porter l'équilibre de l'écosystème plus haut (améliorer la productivité et augmenter la diversité) ou au contraire l'épuiser et réduire par conséquent sa productivité voire sa pérennité (**gérard M, 2001**).

1.2.2.1. monoculture et l'agriculture extensive

Les sols de cultures intensives s'appauvrissent en matière organique, progressivement mais inexorablement et la microflore ne pouvant plus jouer son rôle de recyclage des éléments

De plus, l'agriculture (moderne) est basée sur l'utilisation d'un tout petit nombre de cultivars, cette diminution de la diversité des plantes cultivées est aussi un facteur d'appauvrissement de la microflore associée. (**jacques.B**)

La monoculture et l'agriculture extensive ont entraîné une réduction spectaculaire de la biodiversité. Le fondement de l'agriculture traditionnelle est la lutte contre ces ravageurs et ces mauvaises herbes. Les connaissances des agriculteurs ne tournent désormais qu'autour de l'utilisation des pesticides (herbicides, fongicides et insecticides). Ces méthodes œuvrent donc contre la nature et sa biodiversité. (**Jérôme. H, 2015**).

1.2.2.2. Les produits pesticides

Même si la plupart des traitements par pesticides sont appliqués sur les parties aériennes des plantes, une bonne part du produit atteint toujours le sol, où vivent des bactéries, des champignons, des algues, des vers de terre et des insectes, entre autres (**Jean-Noël A, et al., 2005**). On doit faire particulièrement attention aux effets nocifs des pesticides sur la microflore du sol, de très nombreux travaux ont montré que les traitements faits correctement ont un effet limité sur le métabolisme microbien du sol, car les espèces les plus sensibles peuvent être remplacées par de plus résistantes.

L'exposition aux pesticides peut également causer des effets sur les plantes terrestres en plus de tuer les plantes non ciblées (**Varis.E, Pietila.L et al, 1996**)

1.2.2.3. Les cultures OGM

D'une autre part ;Les cultures OGM se développent. Leurs impacts sont de divers ordres, le débat porte sur ses effets sur la biodiversité (dispersion du pollen de plantes OGM dans la nature) ou sur les risques sanitaires dus à sa présence dans les aliments.(**Roger R,2010**).

1.3. L'Agriculture de la région d'el oued

1.3.1. La situation agricole actuelle

La culture de la pomme de terre couvre une superficie de 34 000 hectares, concentrée dansNotamment à travers 6 des 18 villes productrices et désenclavant 35% de la surface agricole95 000 hectares ont été aménagés dans toute la wilaya. Quant à la fabrication de la date, c'estRécolter plus de 2,5 millions de quintaux pour 3,8 millions de salariés37 000 hectares de palmiers prolifiques, dont 2,4 millions de palmiersUne variété premium (Deglet Nour), faisant de Wilaya le deuxième producteur du fruitDans tout le pays, selon la même source.(**DSA, 2014**).

La culture de l'arachide, une expérience florissante à Wilaya, a également gagnéLes agriculteurs s'intéressent de plus en plus à la terre, atteignant aujourd'huiUne superficie de 1 670 hectares, s'étendant sur six villes, avec un volume de production de plus de 50 000 mètres carrés, soit Il représente 47 % de la production nationale. La wilaya d'El-Oued est aussi au topZone de culture du tabac avec une production de 40 000 q(**Bessaoud O, Pellissier, Rolland J, et al B, 2019**).

Selon la Chambre de l'agriculture d'El-Oued. La filière s'est si bien développée qu'en2013 la wilaya est devenue la première région productrice de pommes de terre d'Algérie, avec24 % des 5 millions de tonnes récoltées dans le pays.

1.3.2. Principaux problèmes agricoles

- Montée des nappes phréatiques et son impact négatif sur les bâtiments Existants, sur divers réseaux, même sur des palmiers étouffés, du fait de l'excès d'eau.
- La température élevée en été accélère le processus d'évaporation (plus de 548,5 mm/an)(**O.N.M El-Oued,2007**), entraînant une grave pénurie d'eau.
- La salinité est l'un des problèmes majeurs affectant le sol et l'eau.
- La baisse des niveaux d'eau augmente le risque d'infiltration d'eau salée du chott dans les aquifères et de salinisation. Selon l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), au rythme actuel de développement, la nappe phréatique a le potentiel de disparaître d'ici 50 à 100 ans, et tout établissement humain en souffrira. agriculture intensive actuelleestladégradation de la qualité des eaux.

Chapitre I Biodiversité de sol

- A cela s'ajoute la sur-utilisation des produits phytosanitaires, notamment en cultures sous la serre. De plus, la culture intensive des terres agricoles. Ces dernières années, des périmètres irrigués sont apparus. Contamination des ressources en eaux souterraines par les ions nitrates. (Merhi, 2008).

L'utilisation permanente des terres pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole, un système de tri et de séquençage des cultures entre différentes cultures dans une zone donnée, dans le but principal d'enrichir le sol avec des sels minéraux. Contribue à réduire la pression foncière, puis à augmenter la proportion de la production à l'avenir.

- les risques pour l'homme liés aux engrais et aux pesticides, les animaux et le sol.

- L'agriculture moderne se caractérise par l'utilisation croissante d'engrais organiques (résidus animaux ou végétaux) et engrais chimiques (azote, phosphate, potasse) qui a eu des effets néfastes sur la santé (Bessaoud O, Pellissier, Rolland J, et al B, 2019)

- Lorsque le pesticide est ajouté au sol, des transformations environnementales et biologiques dues à des micro-organismes se produisent dans le sol, ce qui entraîne une modification de sa structure et de ses propriétés, ce qui peut causer des dommages à la santé humaine.

- L'utilisation intensive des engrais azotés entraîne une augmentation des nitrates dans les eaux souterraines et la contamination des produits à base de papier. Et les composés de nitrozone qui causent le cancer et les tumeurs malignes (Dubost. D.1991)

1.4. Biodiversité des sols

la biodiversité désigne la diversité des êtres vivants. D'après le site Le Ministère de l'Ecologie et de la Durabilité, plus précisément, « tous l'environnement naturel et les formes de vie et toutes les relations et interactions entre organismes d'une part, et entre ces organismes d'autre part et son milieu de vie » (Ramade, 2008). Il existe à différentes échelles : les écosystèmes (steppe, forêts, océans, etc.), espèces (estimé seulement 1 espèce sur 5 des organismes multicellulaires ont été identifiés), et enfin au niveau génétique. La biodiversité existe donc à toutes les échelles, de temps et d'espace. c'est un résultat lent. L'évolution s'étendant sur des milliards d'années, influencée par l'homme et divers processus naturels (Ettema & Wardle, 2002)

1.4.1. Les micro-organismes du sol

Le sol héberge l'une des communautés biologiques les plus complexes et diversifiées que l'on peut rencontrer sur terre, on estime qu'il y a 260 millions d'organismes en moyenne

Chapitre I Biodiversité de sol

dans 1m de sol de prairie permanente et que 1hectar de sol forestier compte plus d'organismes vivants que d'être humains sur terre(**Gobat et al., 1998**)

Les micro-organismes constituent une partie importante de la biosphère et représentent des enjeux majeurs dans l'agriculture, l'alimentation, la santé humaine et animale, la production d'énergies renouvelables, la dépollution ou le traitement des déchets... Ils sont au cœur de notre environnement, car ils font partie intégrante des écosystèmes qui nous entourent.(**Vincent T.2014**)

Micro-organisme ou (microbe) est un petit organisme qui ne peut être vu à l'œil nu sans l'aide d'un microscope(**Taha M.2020**), les microbes peuvent être considérés comme de simples organismes bactéries et protozoaires et certaines algues et actinomycètes, champignons, et d'autre part à certains groupes d'animaux, essentiellement des nématodes, des annélides et des arthropodes.

Micro-organisme et microflore du sol cohabitent et leurs actions se suivent et se complètent, ou l'on trouve la digestion de la faune est interne, à l'intérieure du tube digestif des vers de terre, insectes et autres(**Soltner.D.2014**). mais la digestion de la microflore est externe, grâce aux enzymes que sécrètent par les bactéries, algues et champignons, cette microorganisme ou faune du sol découpe et incorpore les matières organiques, la microflore, la minéralise et l'humifie par ses sécrétions (**Fierer.N et al., 2007**)

Parmi ces organismes; les bactéries et les champignons par leur très grande diversité populationnelle et fonctionnelle et leurs propriétés physico-chimiques ont une place privilégiées. Ils ont pourtant un rôle central dans la formation des sols, leurs fonctionnements (cycles biogéochimiques).(**Torsvik&Øvreås et al 2002**)

En effet, ils développent de nombreuses stratégies énergétiques et nutritionnelles et occupent l'ensemble des niches ou habitats même dans des conditions extrêmes de milieu, d'acidité, d'alcalinité, de salinité, température, humidité... fort à faibles (**Berendsen et al., 2012**)

1.4.1.1. Les Bactéries

les bactéries forment, en quantité et en activité, le groupe plus important des micro-organismes du sol; la population bactérienne du sol est difficile à évaluer, et leur poids étant de 16.10 mg on voit que les poids/ha, et l'apport d'azote bactérien en découle on évalue entre 10 et 20g le poids de corps microbiens formés par la décomposition de 100g de matière organique sèche(**Christian.S, Jean-charles.M, Jacques.D.2005**). Ces corps microbiens renferment 6.5 d'azote, et il a 3 origines:

-l'azote contenu dans la matière organique à décomposer

- l'azote minéral du sol (nitrates et sels d'ammonium)
- l'azote de l'air

Les bactéries sont des cellules procaryotes, Leur taille ne dépasse généralement pas 2 μm . Le cytoplasme de toutes les bactéries est entouré par une membrane plasmique externe revêtue ou non d'une paroi cellulaire rigide dont le composant majeur est un polymère complexe de sucres et d'acides aminés, appelé peptidoglycane, qui lui confère sa forme et sa rigidité(HOURS.M,2002).

Les bactéries peuvent vivre tant en milieu minéral qu'organique(organisme autotrophe et hétérotrophes),qu'en présence ou absence d'oxygène en utilisant pour leur besoins énergétique(aérobies,anaérobies, anaérobies facultatives), des donneurs et accepteurs d'électrons minéraux ou organique (Mummey, 2004).

A.Les bactéries hétérotrophes

(du grec trophein,se nourrir, et hétéros,un autre) aux quelles s' associent actinomycètes et champignons,tirent leur énergie et matériaux de construction, autrement dit leurs substances carbonées et azotées,dematières organique

La majorité des espèces bactériennes appartiennent a ce groupe.elle dégradent l'amidon,cellulose, protéines...participant ainsi a la minéralisation et a l'humification.(Hattori, 1988).

B. Les bactéries autotrophes

(du grec autos,soi même)sont capables comme les plantes, de tirer leur énergie et leur matériaux de substance minérales oxydables tels que les composés azotés et soufrés réduits...

Certaines sont oxydantes:

- oxydant l'ammoniaque en acide nitreux et nitrites(bactéries nitreuses)
- oxydant l'acide nitreux et les nitrites en nitrates(bactéries nitrique)
- oxydant le S en ions SO_4 et Ferro-oxygantes et le fer ferreux Fe^{2+} (bactéries sulfo-oxydantes)

Certaines sont réductrices:sont en général anaérobies

-réduisant les nitrates NO_3 enazotes gazeux N_2 (bactéries ferriréductrices, sulfo et sulfatoré-ductrices, méthanogènes...(Foster, 1988,Grundmann, 2004)

C. Les bactéries fixatrices d'azote

le carbone est fourni par les glucides de plantes avec les quelles elles vivent en association ou symbiose (les Rhizobium vivant dans les racines des légumineuses et d'autres végétaux), ce le carbone est fourni par les matière organiques en décomposition dans le sol, comme: Azotobacter et les Clostridium,bactéries libres dans le sol(Soltner.D,2014).

1.4.1.2. Les champignons

Les champignons sont des eucaryotes c'est-à-dire des cellules dont le noyau est entouré d'une membrane. Cette membrane est composée de lipides, de glycoprotéines, et de stérols. Les mycètes entretiennent des relations complexes avec le monde vivant. (C.S. Nautiyal and S.M. DasGupta,2007). Organismes hétérotrophes se nourrissant par absorption, ils vivent en saprophytes c'est-à-dire aux dépens de matières organiques, mais aussi en parasite en tirant de l'organisme hôte, plante ou animal, l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction. (Ahmed et al., 2008). Quand les deux organismes, mycètes et hôte, tirent chacun bénéfice de cette interaction, on parle de symbiose. Si le mycète tire seul avantage de cette interaction, sans que cela nuise à l'hôte, l'interaction est appelée commensalisme. Leur paroi est riche en chitine, ce qui leur assure une certaine résistance aux contraintes du milieu extérieur. (DOMMERGLIES.Y.1970)

Le genre *Aspergillus* est constitué de plus de 300 espèces. Ces champignons sont ubiquitaires. les cultures se couvrent de spores qui se détachent et sont véhiculées par les vents, les courants d'air aussi bien au niveau du sol que de la haute atmosphère. Le foin ou les grains moisissés sont très riches en spores (Morel, 1989). Le compost peut contenir 170 000 spores par gramme de matière. Dans les étables, la manipulation de foin moisissé produit un véritable aérosol de spores d'*Aspergillus* et de *Penicillium* pouvant dépasser 12.10⁶ spores par m³. (C.S. Nautiyal and S.M. DasGupta,2007).

1.4.1.3. Les Algues

Les algues sont des végétaux simples, le plus souvent unicellulaires, dont la taille est si petite que, dans bien des cas, on ne peut les voir qu'au microscope. Elles n'ont pas de racine et la grande majorité d'entre elles sont vertes car elles contiennent une concentration importante d'un pigment vert nommé chlorophylle, sont souvent abondantes dans le sol, mais restent localisées à sa surface ou dans de larges fissures. Toutefois, on retrouve également dans la nature des algues brunes, rouges, orangées ou jaunes (Sasson, 1967). Il existe aussi quelques algues visibles à l'œil nu (ex.: algues filamenteuses) et d'autres qui ressemblent à des plantes aquatiques. Les algues microscopiques se divisent en deux principaux groupes : le périphyton et le phytoplancton. Le périphyton vit attaché à des objets submergés (roches, plantes aquatiques, piliers de quais) et se concentre principalement dans les zones peu profondes du lac, tandis que le phytoplancton vit en suspension dans l'eau et se retrouve partout dans le lac, où les conditions lumineuses le permettent. (DOMMERGLIES.Y.1970)

Les algues sont des producteurs primaires, c'est-à-dire qu'elles sont le premier maillon de la chaîne alimentaire ; elles sont capables de convertir l'énergie lumineuse et les éléments

Chapitre I Biodiversité de sol

nutritifs en composés organiques(Gobat, 2003).Ainsi, elles constituent, pour un grand nombre d'organismes, une source importante de nourriture, aussi ont la capacité de libérer l'oxygène contenu dans la molécule d'eau, grâce au processus de la photosynthèse. L'oxygène ainsi libéré participe ensuite à la respiration des organismes aquatiques.(Willey et al).

1.4.1.4. La faune

Les animaux sont des acteurs essentiels de tous les sols du monde:macroarthropodes des litières tempérées, termites des sols tropicaux, microarthropodes des sols tourbeux, vers de terre sous tous les climats, chaque groupe intervient dans les transferts de matière et d'énergie du sol.(Citeau.L, Antonio.B, Marion.B, et al.2018).

Les estimations d'abondance trouvées dans la littérature varient considérablement selon les sols étudiés.Il y a en moyenne 150g d'animaux dans 1 m² de sol parairial, représentant, en moyenne toujours, quelque260 millions d'individus.Cela signifie que la majorité de cette faune est de très petite taille.Mais ces estimations varient énormément dans l'espace et dans le temps.(Raoul C, Claire.C, Sabine.H.2015).

Tableau01: Abondance et biomasse de la pédofaune en régions tempérées (diverses sources)

Groupe	Individus /m ²	Biomasse (g/m ²)
Protozoaires	10 ⁵ - 10 ¹¹	6 à > 30
Nématodes	10 à 30 millions	1 à 30
Vers de terre	50 à 400	20 à 400
Acariens	20 000 à 400 000	0,2 à 4
Collemboles	20 000 à 400 000	0,2 à 4
Larves d'insectes	Jusqu'à 500	4,5
Myriapodes		
<i>Diplopodes</i>	20 à 700	0,5 à 12,5
<i>Chilopodes</i>	100 à 400	1 à 10
Isopodes	Jusqu'à 1 800	Jusqu'à 4

De manière globale, la faune du sol peut être classée en quatre catégories, selon la taille des organismes qui la composent

A. La microfaune est constituée d'animaux d'une longueur plus0.2 mm (diamètre plus 0.1 mm)et regroupe tous les protozoaires,organismesunicellulaires:Amibes(amibes nues,thécamibes),Flagellés(euglènes),Ciliés(colpodes).Elle comprend aussi les Rotifères, les Tardigrades et les plus petits des Nématodes.

B. La mésofaune, dont longueur varie entre 0.2 et 4 mm (diamètre de 0.1 à 2mm), comprend la majorité des Nématodes, les Acariens, les Collembolés, les Protoures et les Diploures. (Stengle.P, Bruckler.L, Balesdent.J.2018).

C. La macrofaune se rapporte à des animaux d'une longueur de 4 à 80mm environ (diamètre de 2 à 20mm). Ses représentants principaux sont: les Annélides Oligochètes, les Mollusques Gastéropodes, les Arthropodes, les Insectes.

D. La mégafaune dépassant 80mm de longueur, comprend des vertébrés, qui agissent sur le sol par le creusement de leur galeries: reptiles, mammifères fouisseurs tels que les campagnols, les marmottes, les vers de terre... (Drapeau et Jankovic, 1977).

Le rôle fondamental de la faune du sol a trait à la transformation de la matière organique, qu'elle prépare pour les champignons et les bactéries du sol. Avec eux, elle fait parties des chaînes de détritiques. Trois formes d'action, mécanique, chimiques et biologiques, caractérisent les animaux du sol. (Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.Met al.2011).

1.4.2. Types d'interactions entre micro-organismes

1.4.2.1. Neutralisme et amensalisme

Le neutralisme est le fait de cohabiter sur un même territoire sans exercer d'influence entre elles. Le neutralisme entre deux espèces n'est jamais absolu car tout organisme évoluant dans un espace modifiera les caractéristiques abiotiques ou biotiques du milieu. Il existe un cas d'amensalisme lorsqu'une espèce nuit à d'autres espèces sans pour autant recevoir un bénéfice (Van Loosdrecht et al.1999)

1.4.2.2. Commensalisme

Le commensalisme désigne les interactions entre deux espèces où la première s'installe dans le voisinage ou le gîte de la deuxième espèce et qui est tolérée. Dans les sols, nombreux sont les insectes qui s'installent dans les fourmilières ou termitières et se nourrissent des excréments et des réserves alimentaires de leur hôte

Le commensalisme passe à la coopération lorsque les des espèces tirent profit de cette vie en commun (Dunn et al., 1985). Cette coopération passe de même à la symbiose lorsque cette association devient vitale pour les deux espèces si bien qu'ils ne peuvent plus vivre séparément. Un exemple de symbiose chez la faune du sol serait l'association entre des termites et un champignon : au sein de leur nid les termites cultivent sur des meules de débris organiques des champignons dégradant la lignine en démasquant la cellulose (Prescott L M., Harley and Klein. 2002).

1.4.2.3. Compétition

Il existe une compétition de nourriture et d'espace au sein des populations d'une même espèce ou entre différentes espèces. Il y a donc une notion d'espace vital et de territoire chez les invertébrés du sol. Lorsque deux espèces entrent en compétition pour un bien commun, l'une est éliminée car deux espèces ne peuvent pas coloniser la même niche écologique (Leslie, 1957).

1.4.2.4. Prédation

La prédation dépend de la densité de population des proies et des prédateurs. On peut illustrer cette interaction intra-spécifique par le modèle de Lotka-Volterra : lorsque les proies deviennent abondantes, la reproduction des prédateurs est plus élevée. Mais plus il y a de prédateurs, plus les proies sont chassées, diminuant ainsi la ressource des prédateurs et donc leur densité de population, laissant de nouveau place au développement des proies. (Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.Met al.2011).

La population de nombreuses espèces est contrôlée par la prédation : les prédateurs éliminent les animaux fragiles et malades, limitant ainsi la propagation d'épidémies. Au sein de la population du sol, les espèces telles que les araignées, fourmis, carabes ou coléoptères sont considérées comme des prédateurs. (Collado MC., Isolauri E., Salminen S., Sanz Y. 2009)

1.4.2.5. Parasitisme

Le parasitisme a lieu lorsqu'une espèce tire profit d'une autre espèce. La destruction peut être la conséquence du parasitisme. On peut donner comme exemple certains champignons qui parasitent les Nématodes ou les hyménoptères parasites qui pondent dans les larves d'autres insectes. (Willey et al).

1.4.2.6. Anthropisation

Le travail du sol en agriculture influe directement sur l'implantation de la pédofaune (en la blessant ou la tuant). Il agit aussi sur les paramètres du sol changeant ainsi l'environnement où évoluaient les espèces du sol. De plus l'apport d'intrants dans les sols modifie la présence de toute une partie de la pédofaune car les intrants agissent sur les ravageurs mais aussi sur les autres espèces (diminution de la longévité et de la fertilité). L'exportation de la matière organique entraîne aussi une diminution des ressources pour la faune du sol (Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.Met al.2011). Enfin la modification des paysages entraîne des modifications au niveau des microclimats des différents milieux.

Voici un tableau récapitulatif des différentes interactions rencontrées au sein des populations de la pédofaune :

Tableau02: Effet positif (+), négatif (-), ou nul (0) des types d'interactions entre deux micro-organismes A et B. (Gobat et al, 2003)

Type de relation	Partenaire A	Partenaire B
Neutralisme (pas d'action réciproque)	0	0
Antagonisme et Compétition (concurrence pour l'élimination de l'autre)	-	-
Ammensalisme (A inhibé par B)	-	0
Commensalisme (aide de A pour B sans aide de B pour A)	+	0
Mutualisme/Symbiose au sens strict (coopération)	+	+
Parasitisme et Prédation (obligatoire pour A, négatif pour B)	+	-

1.4.3. La communauté microbienne dans la niche rhizosphérique

Dans leur étude, Schutter et al comparent différents types de sol selon leur teneur en argile, limon et sable. Ils montrent que le type de sol est un facteur déterminant dans le contrôle de la biomasse et l'activité microbienne (**van der Heidjen et al 2008**). Ils en concluent que la structure de la communauté ainsi que son potentiel d'utilisation des rhizodépôts sont davantage affectés par le type de sol que par les saisons ou encore le mode de gestion du sol. Le pH est aussi un filtre environnemental important. Ainsi, les sols acides ont une faible biomasse microbienne (**Dequiedt et al 2011**)

Les rhizosphère est donc un milieu dynamique et structuré. Il contient de nombreux de microorganismes interagissant de diverses façons avec la plante et qui sont structurés en communautés complexes dans lesquelles diverses interactions entre les microorganismes eux mêmes existent.

On distingue donc les microorganismes symbiotiques qui sont situés à l'intérieur ou à la surface des racines, ils dépendent entièrement de la plante pour leur survie et les microorganismes non symbiotiques ou libres qui sont présents au niveau du sol; pour eux l'association avec une plante n'est pas indispensable. (**Bever et al 1997**).

On peut ainsi différencier les microorganismes rhizosphériques en deux groupes se distinguant par le niveau d'interdépendance qui existe entre la plante et les microorganismes ; les microorganismes symbiotiques et les non symbiotiques

1.4.3.1. Microorganismes symbiotiques

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**)

Les plantes produisent 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. (**Kuramae et al 2012**)

Les microorganismes symbiotiques mutualistes ont un effet bénéfique sur la nutrition et la santé des plantes avec lesquelles ils interagissent. De tels microorganismes fournissent à la plante des éléments limitants pour sa croissance et qu'elle prélève en quantité insuffisante par rapport à ses besoins ou qu'elle n'aurait pas pu acquérir seule. C'est le cas, par exemple, dans la symbiose plante-Rhizobium conduisant à la formation de nodules racinaires dans lesquels s'établissent les rhizobies afin de fixer l'azote atmosphérique. (**Morgan et al 2005**).

La protéine Nod de la rhizobactérie va reconnaître les composés aromatiques (généralement des flavonoïdes) libérés par la plante. La plante va alors détecter les protéines sécrétées par la bactérie et internaliser cette bactérie. La division cellulaire au sein de la plante est ensuite induite par les protéines créant le nodule. Les rhizobies vont ainsi pouvoir fixer l'azote atmosphérique (N₂) et le transformer en ammonium, directement assimilable par la plante. (**Bakker et al 2007**).

Il en est de même pour l'approvisionnement en phosphore des plantes mycorhizées. Les champignons mycorhiziens de type arbusculaire vont s'établir dans les racines puis capter le phosphore qui se trouve dans le sol, le transporter le long de leurs hyphes et ensuite le délivrer à la plante hôte (AMF : Arbuscular Mycorrhizal Fungi), le symbiote mutualiste stimule aussi des mécanismes de défense contre les parasites et les pathogènes.

Certains éléments minéraux du sol, en revanche, sont toxiques pour la plante comme, par exemple, les métaux lourds (Cadmium, Plomb) quand ils sont présents dans le sol sous forme dissoute. Dans certains cas, des microorganismes peuvent les accumuler et les

dégrader, évitant ainsi la toxicité pour la plante (**Whipps 2004**) La productivité végétale est donc plus importante dans le cas d'associations avec des mutualistes que se soient des bactéries ou des champignons.

Parmi les symbiotes, les bactéries fixatrices d'azote sont responsables de 20 à 80 % de l'azote acquis par les légumineuses annuellement. Les champignons mycorhiziens, quant à eux, permettent l'apport de 75 % du phosphore dont les plantes ont besoin annuellement (**van der Heidjen et al 2008**) ces microorganismes qui vivent en symbiose avec la plante contribuent à la diversité des communautés végétales

Il existe également des microorganismes symbiotiques qui ont des conséquences négatives sur la nutrition et la santé des plantes et qui se comportent comme des parasites vis-à-vis de la plante hôte. Il s'agit de champignons ou de bactéries qui, bien qu'ils utilisent les composés carbonés libérés par la plante, ne vont pas lui fournir de nutriments en retour et/ou vont provoquer des maladies chez la plante hôte (**Young et al 2003**).

Ainsi, *Agrobacterium tumefaciens* provoque des tumeurs sous forme de galles. En transférant des fragments d'ADN dans une variété de plantes dicotylédones provoque des tumeurs. Ces fragments d'ADN sont introduits dans les cellules végétales, et vont déclencher la surproduction d'hormones de croissance végétales et vont donc réduire la productivité végétale. Ces symbiotes parasites peuvent ainsi réduire la diversité végétale en favorisant une espèce particulière de plante ou à l'inverse permettre le maintien d'une certaine diversité en supprimant les espèces dominantes (**Bever et al 1997**).

1.4.3.2. Microorganismes non symbiotiques

les microorganismes vont décomposer et les minéraliser. Les produits de cette minéralisation seront ainsi directement assimilables par la plante. Ces nutriments peuvent également être stockés dans la biomasse microbienne du sol. Les microorganismes vont de ce fait influencer leur répartition spatiale et temporelle. Par exemple, l'immobilisation de l'azote par les microbes telluriques va limiter les pertes de cet élément dans les eaux souterraines et ainsi le maintenir à disposition pour la plante (**Brooks et al 1998**). De plus, dans les écosystèmes pauvres en azote, la biomasse microbienne accumule cet élément de façon importante en automne, au moment de la sénescence de la plante et le retient durant l'hiver et jusqu'au printemps où il sera alors disponible pour la plante (**Bardgett et al 2005**). Les microorganismes telluriques peuvent également avoir un rôle de protection contre les maladies, elle est couramment par la production d'antibiotiques; *Pseudomonas fluorescens* et *P. putida* sont des bactéries capables de produire des antibiotiques permettant à la plante *Raphanus sativus*, le radis, de se défendre contre les *Fusarium*, des champignons pathogènes

du sol (**Brencic & Winans 2005**) La protection assurée par les microorganismes non symbiotiques envers la plante peut également passer par des phénomènes de compétition entre ces microorganismes et les pathogènes. C'est le cas pour *P. fluorescens* qui permet la suppression des maladies par la compétition pour le fer. Le fer a une faible solubilité et par conséquent il est souvent en quantité limitée dans le sol et la rhizosphère. *Pseudomonas fluorescens* va sécréter des sidérophores (les pyoverdines) qui sont des composés ayant une forte affinité pour le fer et permettant à la bactérie de chélater le fer et de l'accumuler. De cette façon, le fer devient indisponible pour les organismes pathogènes qui en ont besoin pour leur croissance et leur activité. Certains microorganismes sont capables de produire des biosurfactants qui sont des composés pouvant endommager directement les membranes cellulaires de certains pathogènes et entraîner leur dégradation (**Brencic & Winans 2005**). En plus, des bactéries comme les *Pseudomonas* peuvent sécréter des enzymes (protéase, chitinase, lipase) capables de perturber la croissance de champignons pathogènes.

Les microorganismes non symbiotiques mutualistes vont donc influencer positivement la croissance de la plante en jouant un rôle sur la disponibilité et la répartition des nutriments.

Les bactéries qui sont mutualistes vis-à-vis de la plante, qu'elles soient symbiotiques ou non, sont appelées bactéries PGPR (Plant growth promoting rhizobacteria), ou Rhizobactéries promouvant la croissance de la plante. Elles ont des effets bénéfiques sur le développement et la croissance végétale, le contrôle des pathogènes et la dégradation des composés toxiques pour la plante (**van der Heijden et al 2008**).

Certains microorganismes non-symbiotiques peuvent avoir un effet négatif sur la plante quand ils sont impliqués dans des phénomènes de compétition avec la plante ou quand ils sont responsables de la perte de nutriments. Par exemple, en cas de carence en azote, les microorganismes qui utilisent également une partie de l'azote minéral vont être en compétition avec la plante pour cet élément, le processus de dénitrification, effectué par les bactéries dénitrifiantes et par quelques espèces de champignons, peut entraîner la perte de l'azote sous une forme gazeuse (**Dunn et al 2006**). La croissance de la plante va alors être négativement affectée par ce type de microorganismes de par le manque de nutriments.

Qu'ils soient mutualistes ou parasites, les microorganismes non symbiotiques peuvent influencer la diversité et la composition des communautés végétales, en influençant le potentiel adaptatif des plantes au milieu abiotique (apport en nutriments) ou biotique (compétition intra-règne et meilleure tolérance/résistance à des organismes pathogènes) (**Wardle et al 2004**).

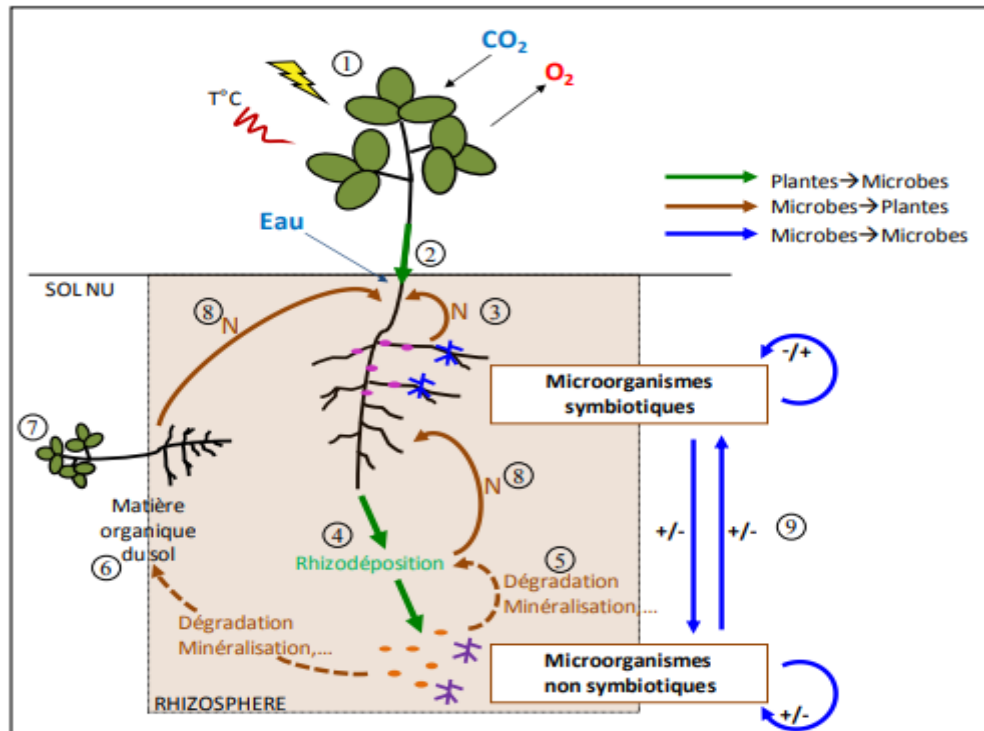


Figure01: Représentation schématique des interactions mutualistes entre la plante (autotrophe) et les microorganismes (hétérotrophes) et entre les microorganismes eux-mêmes au sein de la rhizosphère.

(1) La plante réalise la photosynthèse grâce à l'énergie lumineuse, le CO₂, l'eau et les nutriments ; la température est également un facteur important dans ce processus. (2) Une partie des photosynthétats produits par la plante suite à la photosynthèse va être fourni aux microorganismes symbiotiques qui (3) en échange vont fournir des nutriments (N) à la plante. (4) Le reste des photosynthétats sera libéré dans le sol, via la rhizodéposition, et disponible pour la croissance des microorganismes non symbiotiques. Ces derniers vont, en retour, dégrader la matière organique présente (5) dans la rhizosphère ou (6) dans le sol nu, ainsi que (7) la matière végétale à la dégradation de la plante afin de (8) fournir des nutriments à la plante. (9) Il existe aussi des interactions entre les microorganismes eux-mêmes qui peuvent intervenir dans les interactions plante-microbes

1.4.4. Fonctions des micro-organismes

Les microorganismes sont nécessaire pour garantir le fonctionnement équilibré, la fertilité, l'habitabilité et la pérennité de l'environnement où nous vivons, et les plantes ont une croissance et développement plus rapides en présence de ces micro-organismes

Chez les végétaux il y a toute une microflore spécialisée qui occupe en particulier la surface des racines (DOMMERGLIES.Y.1970).

Chapitre I Biodiversité de sol

Les microorganismes assurent après leur dégradation, le recyclage des éléments qui composent la matière organique des êtres vivants; ils dégradent les protéines et la cellulose, ils libèrent l'azote, le soufre et le phosphore sous des formes assimilables par d'autres êtres vivants

Interviennent dans la formation ou la disparition de composés qui jouent un rôle dans l'effet de serre: méthane, oxydes d'azote

Dégradation de nombreux polluants ce fait grâce à l'équipement enzymatique de certains micro-organismes (**Aurélien F.2010**).

Les communautés microbiennes du sol participent activement aux services de soutien du sol notamment à travers leur rôle dans les cycles biogéochimiques d'éléments majeurs tels que le carbone, phosphore, le soufre et l'azote...au niveau de ce dernier, l'ammonification, la nitrification et de dénitrification n'est plus à décrire

Aptitude à dégrader les substances organiques non biodégradables par les champignons et les bactéries, Aptitude à produire des substances probiotiques ou antibiotiques toxiques. (**Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.Met al.2011**).

Chapitre II

Probiotiques et prébiotiques

2.1.Histoire de probiotiques

Le terme probiotiques a connu plusieurs évolutions et évolutions au cours de l'histoire, au gré des connaissances scientifiques disponibles et des progrès technologiques disponibles. Au XXe siècle, les chercheurs Elie Metschnikoff et Henry Tissier ont découvert ces micro-organismes qui ont la capacité de modifier la flore intestinale. **(FAO/OMS, 2001)**.

Elie Metschnikoff, chercheur à l'Institut Pasteur, lauréat du prix Nobel 1905, On a observé qu'un nombre impressionnant de personnes en Bulgarie vivaient au-delà de l'âge de 100 ans. mais ce les progrès de la médecine moderne ne peuvent expliquer la longévité, car la Bulgarie, c'était l'un des pays les plus pauvres d'Europe à l'époque ne bénéficiait pas de ces avancées **(Guarner et al., 2008)**. Ce le Dr Metchnikoff a découvert que les Bulgares consomment beaucoup de yaourt et Il a lié l'extension de la durée de vie observée à la consommation des microorganismes vivants provenant des produits laitiers fermentés. Même Metchnikoff voit des microbes Puisqu'il est assez nocif pour la santé humaine, il considérait bénéfique la substitution des bactéries du tractus gastro-intestinal par celle du yaourt dont le bacille bulgare **(Piquepaille, 2013)**. Ce dernier expliqua l'effet bénéfique meilleur par l'absence de production d'alcool, en comparaison aux bactéries présentes dans d'autres laits fermentés tels que le kéfir ou le koumys. **(Metschnikoff, 1908)**; De plus il a supposé que l'acide lactique produit, ainsi que d'autres facteurs non identifiés, agiraient de façon synergique pour inhiber la croissance de bactéries de la putréfaction dans le colon.

En 1899, Henry Tissier de l'Institut Pasteur mit en évidence la présence de bactéries « bifides », en forme de Y, dans les selles de nourrissons sains nourris exclusivement au lait maternel. Il découvrit ainsi *Bacillus bifidus communis* correspondant à l'actuel genre *Bifidobacterium*. Par ailleurs, ces mêmes bactéries bifides ne furent retrouvées qu'en petite quantité dans les selles d'enfants atteints de diarrhée **(Tissier, 1900)**

L'idée de ce micro-organisme a été soulevée qu'il peut être administré aux nourrissons souffrant de maladies diarrhéiques afin de remplacer les bactéries protéolytiques responsables des symptômes. dans le but de rétablir l'équilibre bactérien qui soutient le bon fonctionnement du système digestif **(Butel, 2014)**.

Ainsi, Elie Metschnikoff et Henry Tissier a été le premier à émettre l'idée de gérer les micro-organismes exogènes afin de pallier tout dysfonctionnement de notre écosystème intestinal. **(Rambaud, Buts, Corthier, & Flourié, 2004)**

En 1954, Le terme probiotique est apparu dans un magazine *Hippocrates* dans un article intitulé (*AntiRundprobiotika*) de Ferdinand Vergin; Il évoque les effets nocifs des

Chapitre II probiotique et prébiotiques

antibiotiques puis qualifie de (probiotiques)ces bactéries capables de synthétiser ces substances bénéfiques et positives pour l'hôte.(**Vergin, 1954**).

Bien que plusieurs scientifiques aient étudié ce concept depuis près d'un siècle, le terme« Probiotique » ne vit le jour qu'en 1965. Les chercheurs Lilly et Stilwell l'utilisèrent pour décrire des produits d'origine microbienne stimulant la croissance d'autres organismes(**EM Consult, 2007**).

Cette imprécision fut relevée par Fuller en 1989, qui redéfinit alors les probiotiques comme suit :«des compléments nutritionnels vivants qui apportent un bénéfice à l'animal hôte en améliorant son équilibre microbien intestinal » (**Fuller, 1989**)

En 1992, Havenaar et Huis in'tVelt affinaient un tout petit peu plus le terme en « une culture viable composée d'une ou d'un mélange de bactéries qui, lorsqu'elle est appliquée à l'animal ou à l'homme, exerce un effet bénéfique sur l'hôte en améliorant les propriétés de la flore indigène. » (**Klaenhammer, 2000**).

En 1998, Guarner et Schaafsma précisait que les probiotiques sont « des microorganismes vivants, qui lorsqu'ils sont consommés en quantités adéquates, ont un effet bénéfique sur la santé de l'hôte » (**Guarner et al., 2008**)

En 2001, Selon la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Selon les Nations Unies et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les probiotiques sont Actuellement définis comme "micro-organismes vivants, lorsqu'ils Modéré, bénéfique pour la santé de l'hôte ».(**FAO/OMS, 2001**)

2.2.Définition des probiotiques

Un probiotique est un microorganisme vivant qui, lorsqu'il est ingéré en quantité suffisante, exerce un effet positif sur la santé. Les probiotiques sont principalement des bactéries et des levures présentes ou réintroduites dans la flore intestinale résidente. Les microorganismes les plus utilisés sont les bactéries appartenant aux genres Lactobacillus, Streptococcus et Bifidobacterium mais également aux genres Enterococcus, Propionibacterium, Bacillus et Escherichia. Des levures comme Saccharomyces boulardii sont également des probiotiques.(**Glossaire,2007**)

2.3.Définition des Prébiotiques

La Consultation reconnaît à la fois les effets bénéfiques potentiels des prébiotiques par rapport aux probiotiques, outre leur aptitude à stimuler les bactéries indigènes bénéfiques chez l'hôte.(**Desreumaux. P, Pavan.S, Mercenie.A.2002**)

Chapitre II probiotique et prébiotiques

Les prébiotiques sont généralement définis comme des “ingrédients alimentaires non digestibles qui exercent un effet bénéfique sur l’hôte en stimulant de façon sélective la croissance et/ou l’activité d’une ou de plusieurs espèces bactériennes déjà établies dans le colon, et ainsi améliorent la santé de l’hôte”. **(Bernard F.1999)**

Les prébiotiques ont essentiellement le même objectif que les probiotiques, c’est-à-dire améliorer la santé de l’hôte moyennant la modulation de la flore intestinale, bien qu’à l’aide d’un mécanisme différent. **(DACOSTA.Y.2001)**.

Ces produits sont en fait de simples molécules, souvent des petits sucres comme les fructo et galacto-oligosaccharides, mais aussi des fibres, de l’inuline, du lactulose, des polyols..., peuvent être des sucres non digestibles, des peptides ou des protéines et même des lipides qui, en raison de leur structure ne sont pas absorbés dans l’intestin grêle. Pour qu’un ingrédient alimentaire soit classé comme prébiotique, il doit : **(Gibson G. R., Roberfroid M.**

B. Dietary)

1. ni être hydrolysé, ni être absorbé dans la partie haute du tube digestif
2. être un substrat sélectif d’une ou plusieurs bactéries bénéfiques, commensales du côlon, dont la croissance est alors stimulée et / ou le métabolisme activé
3. en conséquence, induire une composition plus saine de la flore colique

Le rôle bénéfique des prébiotiques sur la santé de l’hôte serait lié à différents effets physiologiques : **(Nihal.E.2015)**.

- Amélioration du transit intestinal
- Stimulation de l’immunité locale
- Amélioration de l’absorption minérale (calcium, magnésium)
- Diminution des bactéries pathogènes
- Diminution de l’absorption du cholestérol
- Diminution des composés carcinogènes

2.4.Définition des Symbiotiques

Sont définis comme des “mélanges de probiotiques et de prébiotiques qui ont des effets bénéfiques chez l’hôte en améliorant la survie et l’implantation de compléments alimentaires microbiens vivants dans le tractus gastrointestinal de l’hôte” **(Glossaire.2007)**

2.5. Les microorganismes probiotiques

2.5.1. Les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques incluent les genres *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus*. Ce sont des bactéries à Gram positif, généralement immobiles, asporulées, anaérobies ou microaérophiles. Le pourcentage de bases guanine et cytosine dans leur ADN (%GC) montre l'hétérogénéité des espèces qui composent ces genres. Les bactéries lactiques peuvent être divisées en trois catégories selon leur morphologie : les lactobacilles, les cocci et les bifidobactéries. (Claesson et al., 2007)

2.5.2. Les lactobacilles

Les lactobacilles font partie du phylum des Firmicutes, de la classe des Bacilli, de l'ordre des Lactobacillales et de la famille des Lactobacillaceae. Ces bactéries ont une forme de bâtonnets qui sont souvent groupés en chaînettes

On distingue deux types de métabolisme : homofermentaire strict en produisant seulement du lactate et hétérofermentaire en synthétisant d'autres produits finaux comme l'acétate, l'éthanol, le succinate. On les retrouve notamment au niveau de la flore vaginale mais aussi au niveau digestif. (Tailliez, 2004).



Figure 02: *Lactobacillus farciminis* CIP 103136 (coloration Gram)

2.5.3. Les cocci

Seuls les *Streptococcus*, les *Enterococcus* et éventuellement les *Lactococcus* sont utilisés comme probiotiques. Ces trois genres appartiennent au phylum des Firmicutes, à la classe des Bacilli, à l'ordre des Lactobacillales et à la famille des Streptococcaceae. L'espèce *Streptococcus thermophilus* {figure 04 (B)}, largement présente dans le lait et les produits laitiers comme agent d'acidification, possède le statut GRAS (Generally Recognized As Safe) et est utilisée dans certains produits probiotiques. (Corrieu et Luquet, 2008).

Chapitre II probiotique et prébiotiques

Les espèces *Enterococcus faecalis* (figure 03 (C)) et *Enterococcus faecium*, anciennement désignées « streptocoques fécaux », sont toutes les deux utilisées comme probiotiques. Les espèces du genre *Lactococcus* ne présentent aucun caractère pathogène. Elles sont largement présentes dans le lait et les produits laitiers, mais les produits végétaux constituent leur réservoir principal. Utiliser uniquement l'espèce *Lactococcus lactis* est utilisée pour ses effets probiotiques (Guiraud, 2003).

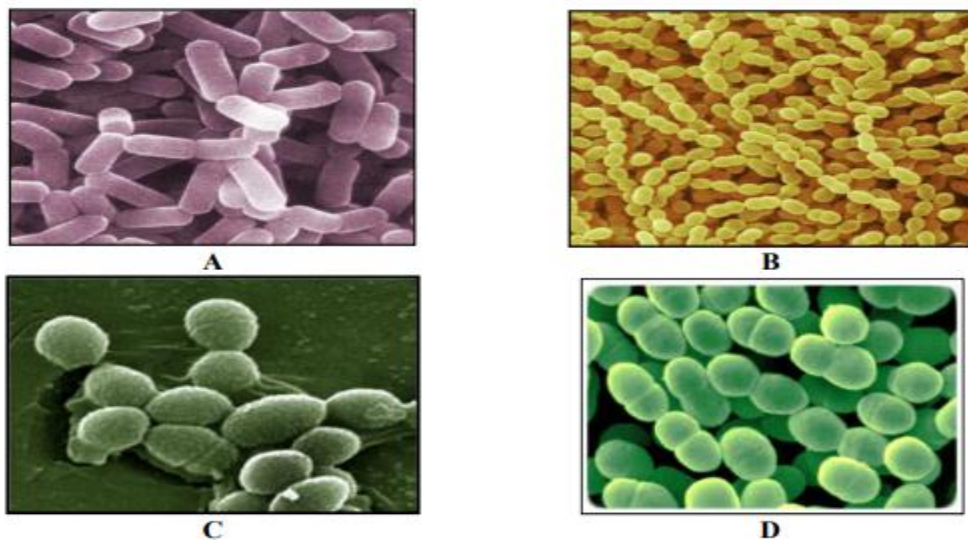


Figure03: (A) : *Lactobacillus casei*, (B): *Streptococcus thermophilus*, (C): *Enterococcus faecalis*, (D) : *Lactococcus lactis*(Corrieu et Luquet, 2008)

2.5.4. Les bifidobactéries

Les premières bifidobactéries isolées et décrites aux débuts du 20^{ème} siècle ont été observées par Henri Tissier en 1906. Il avait remarqué que les enfants nourris au lait maternel avaient une flore microbienne intestinale beaucoup plus riche en bactéries de forme Y et irrégulières, contrairement aux enfants nourris au biberon (Leahy et al., 2005). Le genre *Bifidobacterium* appartient au Phylum des Actinobacteria. Il est ensuite retrouvé dans la Classe des Actinobacteria et la Sous-classe des Actinobacteridæ, l'Ordre des Bifidobacteriales et la famille des Bifidobacteriaceæ

2.5.5. Les bactéries non lactiques

D'autres bactéries font également preuve d'intérêt en tant que probiotiques. Il s'agit notamment de la souche *Escherichia coli* Nissle 1917 (figure 04) et de bactéries sporulées dont *Bacillus subtilis* et *Bifidobacterium cereus*



Figure04:(A) : Bifidobacterium spp., (B) : Escherichia coli Nissle 1917(Krammer et al., 2006)

2.5.6.Les levures

Les levures font partis de la famille des champignons unicellulaires, utilisés dans l'industrie alimentaire pour la production de boissons alcoolisées mais aussi pour la fabrication boulangère. (Steensels et al., 2014). Les levures utilisées comme probiotiques sont des souches de *Saccharomyces cerevisiae*, et en particulier une souche bien déterminée dénommée *Saccharomyces boulardii*.

La *Saccharomyces Boulard* a été découverte en Indochine en 1920 par Henri Boulard et porte son nom. Sa classification a ensuite été longuement débattue. Il a été décrit comme une espèce à part entière jusqu'à ce que les premières méthodes moléculaires le déclarent indiscernable de *Saccharomyces cerevisiae*. L'étude de leurs génomes a enfin permis de distinguer à nouveau les deux espèces qui diffèrent par leur métabolisme et leur physiologie. (Kimse, 2009)

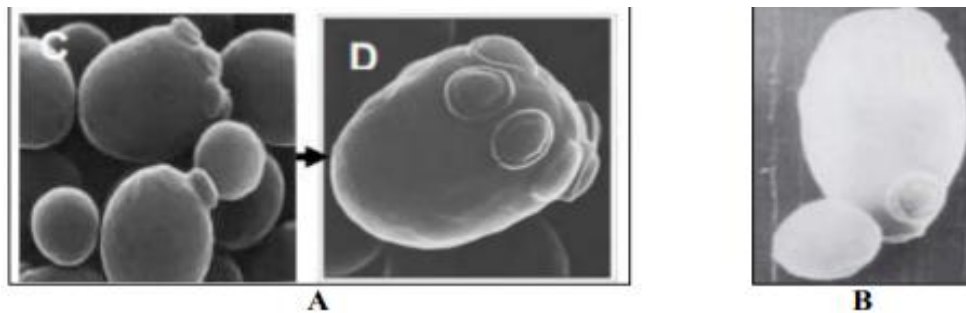


Figure05:(A):Saccharomyces cerevisiae observée au microscope électronique, (B) : Saccharomyces boulardii observée au microscope électronique à balayage.(Rambaud et al., 2004)

Partie II Expérimentale

Chapitre III

Matériel et Méthodes

3.1.Site Expérimental

Nos études ont été réalisées au niveau de la station des expérimentations de la Faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'EchahidHamma Lakhdar d'El Oued. Où nous avons rempli les boîtes de 1 kg avec de sable prélevée à partir du champ de la région d'Ogla à El Oued et mis en irrigation avec le système goutte à goutte. Les coordonnées géographiques du site sont : 33°23'51.95" latitude au nord et 6°51'36.10" de longitude Est.

3.1.1.Echantillon de terre de culture

1. Le sol à récupérer (l'échantillon) a été prélevé sur des terres agricoles de la région d'Ogla,

L'utilisation des pesticides engendre un certain nombre de risques à l'égard de la composition chimique du sol qui se traduisent par des pollutions dont les conséquences toxicologiques (pour l'environnement) et éco-toxicologiques (pour les organismes vivants autres que l'homme) peuvent être préjudiciables à la qualité de l'environnement, où il a été soumis à une culture intensive, à une monoculture ont entraîné une réduction spectaculaire de la biodiversité

2. Le sol d'une nouvelle terre non cultivée qui n'a été exposée à aucune activité

3.2.Matériel utilisé

3.2.1. Culture Test

Les plantes utilisées sont : Le triticale est un croisement du blé et de seigle. (Origine ITGC Algérie).

Tableau 03: classification taxonomie de triticale

Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotyledons
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Sous-famille	pooideae
Genre	Triticosecale
Espèce	<i>Triticosecale Wittmack</i>

3.2. Produit Probiotiques et Prébiotiques

3.2.2. Produit Utilisée Comme Prébiotiques

3.2.2.1. La gomme arabique

Exsudat de sève solidifié, produit naturellement ou à la suite d'une incision, sur le tronc et au pied d'arbres de la famille des acacias, la gomme arabique est certainement la plus ancienne et la plus connue des gommages (Abderrahman.A). Elle est comestible, également à usage médicinal, artisanal et aujourd'hui industriel. La gomme arabique est essentiellement utilisée dans l'industrie alimentaire où elle est un additif alimentaire (code E414). Les qualités de la gomme, solubilité élevée dans l'eau et basse viscosité, sont utilisées en tant qu'émulsifiant, stabilisant, épaississant ou encore adhésif. (CNUCED.2016)

La gomme arabique est un polysaccharide acide qui se présente sous la forme de sels de potassium, de magnésium et de calcium. Les éléments monomères de l'acide libre (acide arabique) sont le D-galactose, le L-arabinose, le L-rhamnose et l'acide D-glucuronique. Son numéro CAS est 9000-01-55. Dans le commerce, elle se présente sous forme de poudre ou de cristaux de couleur jaune pâle à jaune brunâtre, elle est inodore, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool (Maisharou A. Oumarou A.2011)

Tableau 04: Teneur en acides aminés trouvée dans Acacia sénégal

Acides aminés	(nmol/mg) Gomme Arabique	% Acides aminés
Hydroxyproline	54.200	0.711
Serine	28.700	0.302
Thréonine	15.900	0.208
Proline	15.600	0.180
Leucine	15.100	0.198
Histidine	10.700	0.166
L'acide aspartique	10.600	0.141
Acide glutamique	8.290	0.122
Valine	7.290	0.085
Phénylalanine	6.330	0.105
Lysine	5.130	0.075
Alanine	5.070	0.045
Isoleucine	2.380	0.031
Tyrosine	2.300	0.042
Arginine	2.120	0.037
Méthionine	0.110	0.002
Cystéine	0.000	0.000
Tryptophan	0.000	0.000

L'utilisation de la gomme arabique dans l'alimentation basse calorie se développe, qu'elle a un pouvoir de fermentation parmi les plus bas. C'est en même temps une fibre alimentaire bifidogénique soluble, bien tolérée, qui améliore la fonction intestinale

3.2.2.2. Topinambour

Le topinambour Les artichauts de Jérusalem appartient aussi Les artichauts de Jérusalem au genre tournesol. C'est une herbe de 1 à 3 m de haut, Caractérisé par des tiges vertes de section circulaire, à moelle, velues et légèrement ramifiées au-dessus. Les longs rhizomes spécifiques à l'espèce se terminent par des tubercules ronds à ovales. La partie inférieure des feuilles est alterne, la partie supérieure est opposée, pétiolée, largement ovale, la terminale est pointue, avec des dents grossières, la face supérieure est rugueuse et la face inférieure est pubescente. Les capitules (4 à 8 cm de diamètre) sont disposés en grappes lâches. (Isabelle C).

Chaque capitule est tapissé de fleurs ligulées jaunes (2,5-4 cm de long et 1 cm de large) entourant une petite fleur centrale tubulaire jaune (1-2,5 cm de diamètre). Le fruit mesure 4 à 6 mm de long et possède 4 soies.

Les artichauts de Jérusalem sont plus riches en glucides que la plupart des légumes frais. Il s'agit principalement d'inuline, sucre non digestible qualifié de prébiotique. (Munier, P. 1973) Celui-ci n'étant pratiquement pas absorbé au niveau de l'intestin grêle, mais simplement dégradé par la flore intestinale, aussi le taux de protéines est d'environ 2 g aux 100 g, les lipides disponible en très petites quantités, vitamines B ainsi que de petites quantités de vitamines C, E, et de provitamines A, et minéraux : potassium, phosphore, magnésium ; et apporte quelques oligoéléments : fer, cuivre, zinc... plus riches en fibres. sont composées de molécules glucidiques complexes, non assimilables par l'organisme, qui favorisent le bon fonctionnement du transit intestinal en stimulant la motilité de l'intestin. (Rosset, A. 1993).



Figure06: La topinambour

3.2.2.3. Datte

La datte est une baie constituée de la pulpe ou chair et ayant une seule graine appelée noyau, La chair de la datte mûre est composée de sucre du saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ et des sucres en C_6 (glucose, fructose,...), d'eau et de lipides de protéines et d'éléments minéraux (Potassium Chlore Phosphore Calcium Magnésium Soufre Sodium Cuivre)

Tableau05: Sucres de datte caractéristiques comparées.(Dowson et Aten, 1963)

Nom du sucre	Formule	Saveur sucrée (par rapport au saccharose)	Point de fusion (°C)	Solubilité dans 100 cm ³ d'eau	Autre caractéristiques
Saccharose sucre (non réducteur)	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	1	186	219,5g à 30°C	Forme des cristaux monoclines qui, à l'oeil nu, paraissent de petits cubes
Glucose (sucre réducteur)	C ₆ H ₁₂ O ₆	0,5-0,6	146	120,5 g à 30 °C	Donne en cristallisant de fines aiguilles
Fructose (sucre réducteur)	C ₆ H ₁₂ O ₆	1-1,5	102	441,7 g à 30°C	Très avide d'eau ; très sensible à l'action des bases ; se décompose à 70°C
Sucre inverti (mélange en proportions équimoléculaire de glucose et de fructose)	-	0,8-0,9	-	-	-

Extraction du Jus des dattes: Le jus des dattes est un produit obtenu après ébullition d'un mélange datte /eau puis filtration. Le pH et le degrés de Brix de ces produits varient respectivement de 5,54 à 6,43 et de 17,4 à 20,6 (Youssif et Alghamdin, 1999)

Aussi, La flore naturelle des dattes est constituée par des micro-organismes sous formes des spores, formes végétatives, levures et moisissures

Tableau06: La flore endogène des dattes. (Al. Shaickly et al, 1986)

Bactéries	Moisissures	Levures
Bacillus megaterium		Zygosaccharomyces cavaeae
Lichiniformis	Aspergillus	
Pumilus	Penallium	Globiformis
Pasteurii	Alternaria	Barkeri
Cereus	pythium	Saccharomyces cerevisiae
Subtilis		Torula spp
Microoccusureae		Mycoderma spp
Luteus		Candida krusei
varians		mycoderma

3.2.2.4.Sucre blanc

(Source ACER Centre de Recherche et de Développement et de Transfert Technologique en Acériculture) Le sucre est directement extrait de la betterave sucrière ou de la tige de la canne à sucre, Où il est soumis au processus de raffinage le saccharose est ainsi isolé de tous les autres nutriments qui sont éliminés telles des impuretés, ces nutriments sont des protéines et surtout des vitamines, minéraux et oligo-éléments. (Denyse P.2017).

Tableau07:Analyse du sucres pour 100g.

Nutriments	Sucre blanc
Saccharose	99,6 g
Glucose	0 g
Fructose	0 g
Protéines	0 g
Lipides	0 g
Fibres	0 g
IG (index glycémique)	70 g
Sels minéraux	30-50 mg
Potassium	3-5 mg
Magnésium	0 mg
Calcium	10-15 mg
Phosphore	0,3 mg
Fer	0,1 mg
Vitamines :	0 mg
Provit A	0 mg
B1	0 mg
B2	0 mg
B6	0 mg
Nicotinamide	0 mg
Panthoténate	0 mg
Vitamines C	0 mg

3.2.2.5.VIT-ORG VG

Un engrais organique liquide contenant des extraits de plantes avec des polysaccharides. Il contient une forte concentration d'azote et de potassium sous forme organique

Il est ajouté au sol pour stimuler les bactéries bénéfiques, améliore la structure physique, augmente l'absorption des éléments et réduit les effets négatifs de la salinité



Figure07:Biote de VIT-ORG VG

3.2.2.6. Fumier (Caprin)

Les ruminants comme la vache possèdent un système digestif à quatre estomacs très performant, qui digère parfaitement les fibres de cellulose des plantes, d'où la consistance molle des bouses.

3.2.3. Produit utilisée comme probiotiques

3.2.3.1. Wazwaza

C'est une boisson faite à maison composée d'un groupe des plantes médicinales, et on l'appelle "wazwaza" principalement parce qu'elle contient des plantes médicinales de plus de 40 espèces, tel que romarin, le musc, le jubeir, la cannelle, les grains d'orge moulus, les haricots, les pois chiches et le jus de dattes.....



Figure08: Bouteille de wazwaza

3.2.3.2.Lagimi

Boisson de couleur jaune (la sève qui sort du palmier et se forme à l'intérieur du tronc du palmier). Cette boisson présente de grands avantages nutritionnels, car elle est très riche en sucres simples facile à assimilé, en minéraux, en glucides et en vitamines



Figure09: Bouteille de lagimi

3.2.3.3. Le lactosérum

Le lactosérum, est la partie liquide issue de la coagulation du lait. Le lactosérum est un liquide jaune-verdâtre, composé d'environ 94 % d'eau, de sucre (le lactose), de protéines (la β -lactoglobuline (β -LG), l' α -lactalbumine (α -LA), le glycomacropeptide (GMP), les immunoglobulines bovines (IgG), l'albumine sérique bovine (BSA) et la lactoferrine bovine (LF)), de très peu de matières grasses et de sels minéraux (calcium et du phosphore, potassium, le sodium, le magnésium, le chlore, le fer, ...), Fabriqué à partir de lait caillé de chèvre. (BENSLAMA.A.2016).

Tableau08: Caractéristiques physico-chimiques des lactosérums doux et acide

Caractéristiques physico-chimiques	Lactosérum doux (g/l)	Lactosérum acide (g/l)
pH	> 6,0	< 5,0
Matière sèche	63,0 - 70,0	63,0 - 70,0
Lactose	46,0 - 52,0	44,0 - 46,0
Protéines	6,0 - 10,0	6,0 - 8,0
Matière grasse	0,3 - 2,5	0,3 - 2,5
Calcium	0,4 - 0,6	1,0 - 1,6
Phosphate	1,0 - 3,0	2,0 - 4,5
Lactate	2,0	6,4
Chlorure	1,1	1,1

3.2.3.4. Réjuvêlar

Une boisson préparée par germination de graines d'orge pendant un jour ou deux, puis de l'eau est versée dessus et laissée fermenter pendant deux jours à température ambiante. (Rosset, A. 1993).

3.2.3.5. PRO-BIOSTAG

Est un produit purement biologique issu d'une sélection d'extraits végétaux ayant un intérêt biologique issu d'une sélection d'extraits végétaux ayant un intérêt sur le développement naturel des cultures, un bio-stimulateur d'une grande stabilité, d'une rapidité d'absorption par les feuilles, tiges, racines et d'une facilité de transport à l'intérieur de la plante, ce qui permet un développement optimal de la croissance



Figure10: Boite de PRO-BIOSTAG

3.2.3.6. BIOREM-Terra

est un produit biologique issu d'un long processus d'extraction de plantes nobles dont l'objectif est de dynamiser la flore du sol, il agit comme optimisateur de la composante biologique des sols influant directement sur la disponibilité des éléments nutritifs et redonnant une nouvelle vie microbologique pour les terres agricoles

4.3. Méthodes

4.3.1. Dispositif et Protocole Expérimental

L'expérience consiste à amener des boîtes de 1 kg et à les placer dans les lignes, la distance entre chaque canette et 5 centimètres supplémentaires.

Chapitre III matériels et méthodes

Il se compose de 15 traitements et 8 répétitions, soit 120 unités expérimentales, en plus de 48 boîtes d'enchantions de sol neuf, que nous avons entourés d'échantillons pour maintenir les mêmes conditions expérimentales

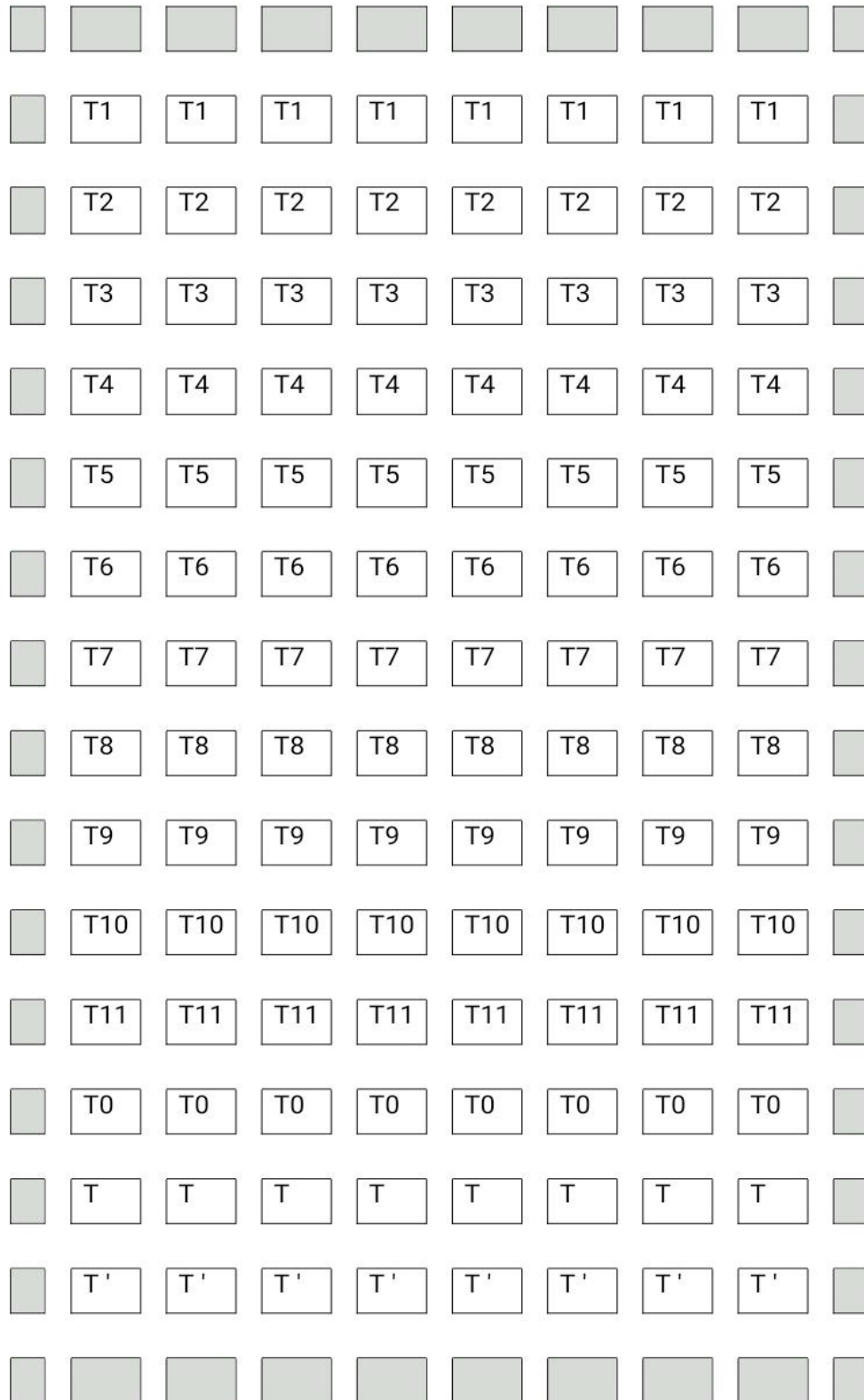


Figure 11: Schéma du Protocole Expérimental

Légende:T0: sol témoin (sol de champ dégradé),T: Sol témoin (nouveau sol), T ' :La terre dégradée du champ n'est pas cultivée, T1:sol et gomme arabique, T2: sol ettopinambour,T3:sol et La datte, T4:sol et Sucre blanc, T5: sol et VIT-ORG VG, T6: sol et excréments d'animaux(chèvres), T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmiT9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélac,T11: sol et PRO-BIOSTAG, T12: sol et BIOREM-Terra nouvelle sol pour entourée tout les plante pour éventée l' effet bordure

4.3.2. Conduite Expérimentale

La période de notre étudeest de 31/3/2022 au 20/05/2022, nous avons extrait le sol à tester d'un champ dans la région de L'Ogla. Nous avons rempli dans des boitespuis irrigué à l'aide du système de goutte à goutte, afin d'activer la vie microbienne du solqui permet de développerla vie microbienne du sol nécessaires à la fertilité du sol et préparez-le pour la plantation.

Aprèsnous avons semi les grainesde triticales en semis à la main puis immédiatement traité avec des produits probiotiques et prébiotiques.

3.3.3. Analyse Microbiologique

3.3.3.1. Méthode de Numération des Microflores

Pour La numération des bactéries il y a deux types de techniques. La première méthode Consiste en un comptage direct par observation au microscope. La seconde méthode Consiste en un comptage indirect sur des milieux de culture solide. Dans notre étude, nous avons adopté la seconde méthode.

La technique utilisée pour la numération des germes tellurique comprend plusieurs Étapes allant de la préparation de la suspension dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Davet, 1996 in Dari, 2013).

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions-dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles. (Dari,2013, Benticha et Tamma, 2017)

3.3.3.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol

La dilution en cascade consiste à passer la solution mère (SM), à une dilution beaucoup plus faible, qui peut être de 10⁻⁸ selon les besoins.

En général, une dilution en cascade en microbiologie a pour but un dénombrement des bactéries présentes dans un échantillon donnée, le nombre de bactéries dans un échantillon pur étant trop important pour être compté, il convient donc de diluer les échantillons. (ISO.,non daté in Benticha et Tamma, 2017).

Chapitre III matériels et méthodes

On réalise d'abord une suspension aussi homogène que possible de terre (1g de sol et 9 ml d'eau physiologique), à partir de cette suspension mère dont la concentration est de 10^{-1} on prépare une série de dilutions (de 10^{-1} jusqu'à la dilution 10^{-3}).

Les dilutions ainsi préparées doivent être utilisées immédiatement pour les différents ensemencements. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dilution en milieu solide et les valeurs exprimées sont la moyenne des trois répétitions. (Souadkia et Souadkia, 2017).



Figure12: Dilutions Décimales de Solution du Sol

A. Les Bactéries

Pour obtenir des bactéries du sol, il suffit de mettre 1 gramme de terre en suspension dans de l'eau physiologique (9 ml).

Après agitation puis décantation pendant 10 min, nous étalons une (01) goutte du surnageant à la surface d'un milieu de culture gélosé.

La quantité de bactéries étant considérable, c'est toujours des dilutions de la suspension initiale que l'on met en culture.

On obtient alors des colonies séparées les unes des autres, chacune provenant en principe d'une seule bactérie (Davet, 1996 in Dari, 2013).

Pour le dénombrement des bactéries du sol, nous utilisons le milieu de culture de gélose nutritive (Annexe 2).

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies Après les avoir placés dans l'étuve pendant 2 jours à 30 C° .

B. Les Champignons

Pour le dénombrement des champignons du sol, nous utilisons le milieu de culture gélose Sabouraud est un milieu d'utilisation générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures.

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies Après les avoir placés dans l'étuve pendant quatre jours à 28C°.

Remarque : Pour éviter la contamination de milieu de culture ajoute la chloramphenicol dans le milieu et inhibe la croissance des bactéries Gram positif et Gram négatif.

C. Calcul du nombre des bactéries

Pour obtenir les résultats en UFC/ml (Unités Formantes des Colonies) ou (germes/ml) ou (bactérie/ml), suivant l'équation ci-dessous : (**Geneviève M, 2011**)

$$\text{UFC/ml} = N * F / V$$

N = nombres de colonies ;

V = volume de dilution ;

F = facteur de dilution

3.3.4. Paramètres Biométriques

Il est important de recueillir des données sur divers paramètres de croissance et de rendement qui pourraient faciliter l'interprétation des résultats En général, les paramètres de croissance.

La croissance et le rendement paramétrer peuvent être enregistrés à différents stades de croissance : tallage, initiation primordiale, floraison et récolte. (**Mirza, 2008**).

Le rendement des céréales à paille est la combinaison de plusieurs composantes : densité de plantes, tallage épi, fertilité épi, PMG (poids de mille grains).

Chacune d'elles s'élabore au cours d'une phase différente du cycle de la culture ; elles interagissent donc en cascade, sous l'influence supplémentaire du milieu (climat, sol, conduite culturale).

- Longueur de la plante

La longueur moyenne des plante, y compris la barbe a été déterminée à partir de trois (03) plantes prises aléatoire.

Chapitre IV

Résultat et Discussion

Chapitre IV Résultats et discussions

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats et discussions d'après les données obtenues par évolution de sol après traitement par la produit probiotiques et prébiotique pour agir sur ses propriétés biologique traduite par l'étude de son l'influence sur la croissance de triticale de blé.et Communauté microbien dans le sol.

4.1.L'effet de la produit probiotiques et prébiotique sur Développement des Communautés Microbiennes

Tableau 08: dénombrement des colonies des bactériennes

	wazwaza	lagmi	lactosérum	Réjuvélar	PRO-BIOSTAG	BIOREM-Terra	gomme arabique	topinambour	datte	Sucre blanc	VIT-ORG VG	Fumier	Sable dégradé cultivé	nouveau sol cultivé	sabledégradé pas cultivée
d'expérimentation (UFC/g s.s)x10 ³	13	28.66	69	40.66	12	15	37	10	28	27	35	25	11.66	22.66	9

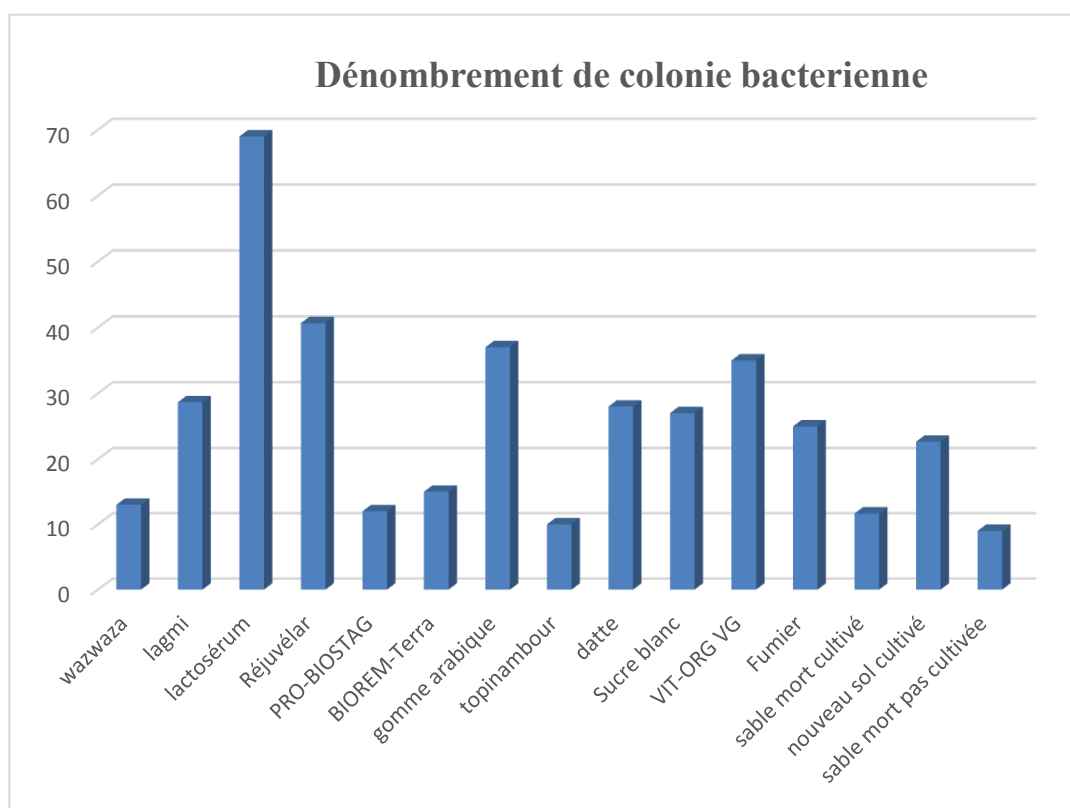


Figure13: Dénombrement de colonie bactérienne

Chapitre IV Résultats et discussions

À partir des résultats représentés dans le tableau 09 on observe qu'il y a une augmentation énorme du nombre des colonies des bactéries pour les substrat traité avec lactosérum 69×10^3 40.66×10^3 et moins pour les Réjuvélar, 40.66×10^3 , la gomme arabique 37×10^3 et le vit-org 35×10^3 , pour les restes traitements y a une petite variation.

À partir des résultats représentés dans le tableau 9 on observe qu'il y a le nombre de colonies bactériennes est le plus élevé dans le sol neuf cultivé, ce qui représente presque le double du nombre de colonies dans le sol cultivé dégradé du champ (le témoin), mais ce nombre a diminué dans le sol dégradé non cultivé (deuxième témoin), ce qui conduit à la conclusion que le sol du champ dégradé souffre d'une pénurie des microorganismes vivants par rapport au nouveau sol à cause les mauvaises pratiques agricoles.

En effet, il n'y avait pas beaucoup d'études existantes sur ce sujet, car nous avons constaté qu'il s'agit d'un sujet émergent, Mais sur la base d'études liées aux bénéfices apportés par les produits probiotiques utilisés, et en fonction des résultats on a observé une augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et peuvent influencer la structure de la communauté microbienne.

Tableau 09 : dénombrement des Souches Fongiques

	wazwaza	lagmi	lactosérum	Réjuvélar	PRO-BIOSTAG	BIOREM-Terra	gomme arabique	topinambour	datte	Sucre blanc	VIT-ORG VG	Fumier	sabledégradé cultivé	nouveau sol cultivé	sabledégradé pas cultivée
d'expérimentation (UFC/g s.s)x10 ³	17.33	91.66	43	48	21	37.66	25	38.33	28	45	56	108	7.33	62.33	7

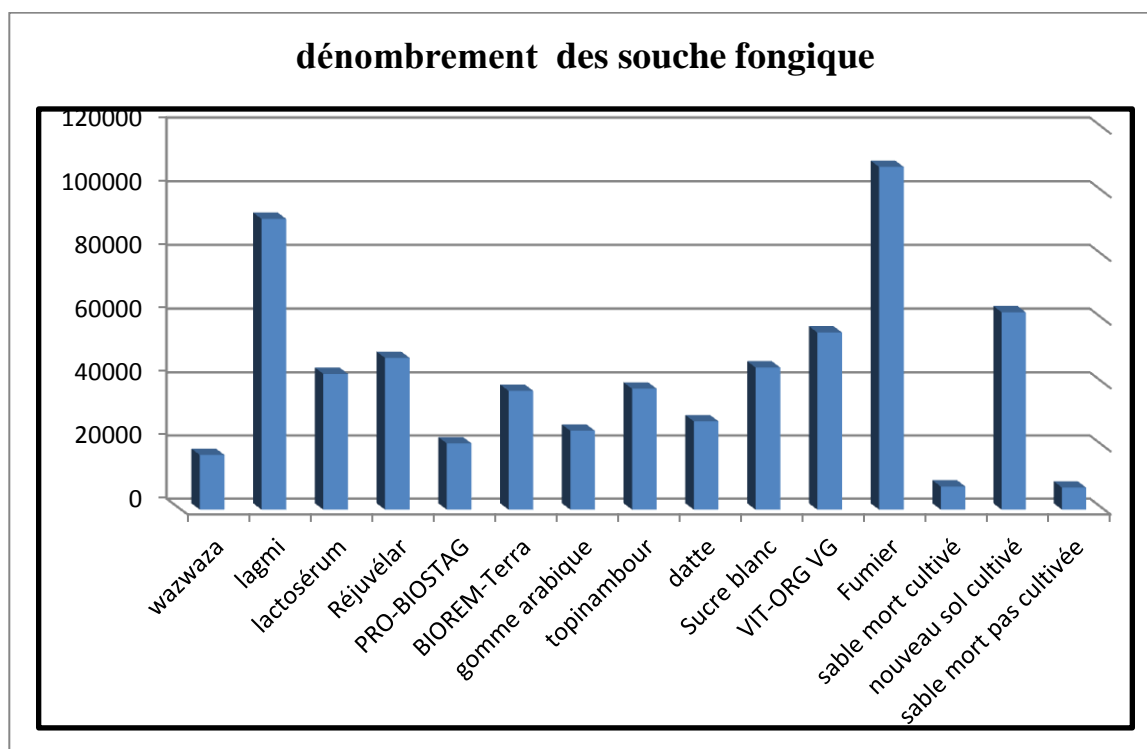


Figure14: Pourcentage des Souches Fongiques

À partir des résultats représentés dans le tableau 10 on observe qu'il y a une augmentation énorme du nombre des souches fongiques, pour le sol traité par le fumier et moins pour le lagmi.

À partir des résultats représentés dans le Figure14 on observe la présence de grandes quantités de champignons dans le nouveau sol du champ (le deuxième témoin) 62.33×10^3 par rapport au sol du champ dégradé cultivé et non cultivé, où leurs résultats étaient proches

Chapitre IV Résultats et discussions

7.33×10^3 7×10^3 ce qui conduit à la conclusion que le sol du champ dégradé souffre d'une pénurie des microorganismes vivants par rapport au nouveau sol à cause des mauvaises pratiques agricoles.

En observant les résultats précédents, nous constatons que les traitements avec des produits probiotiques et prébiotiques ont entraîné une augmentation du nombre de Souches fongiques dans le sol par rapport à leur nombre dans les sols fertiles non cultivés et non traités.

Les champignons participent également à des relations symbiotiques avec les plantes, aidant les premières plantes à acquérir des éléments essentiels du sol, à absorber l'eau et les minéraux et à protéger les plantes contre les maladies.

Dans le même contexte, les bactéries peuvent être un moyen alternatif pour atténuer certains des problèmes rencontrés par le sol, en produisant des antibiotiques ou en absorbant des minéraux toxiques dans le sol. De plus, les bactéries aident les plantes en accédant aux réserves inutilisables de nutriments dans le sol.

4.2. L'Effet de la produits probiotiques et prébiotiques sur les Paramètres de Développement et de Production de triticale de blé au Niveau l'Expérimentation

4.2.1 Pourcentage de Germination

Nous présentons les pourcentages de germination au niveau parcelle expérimental

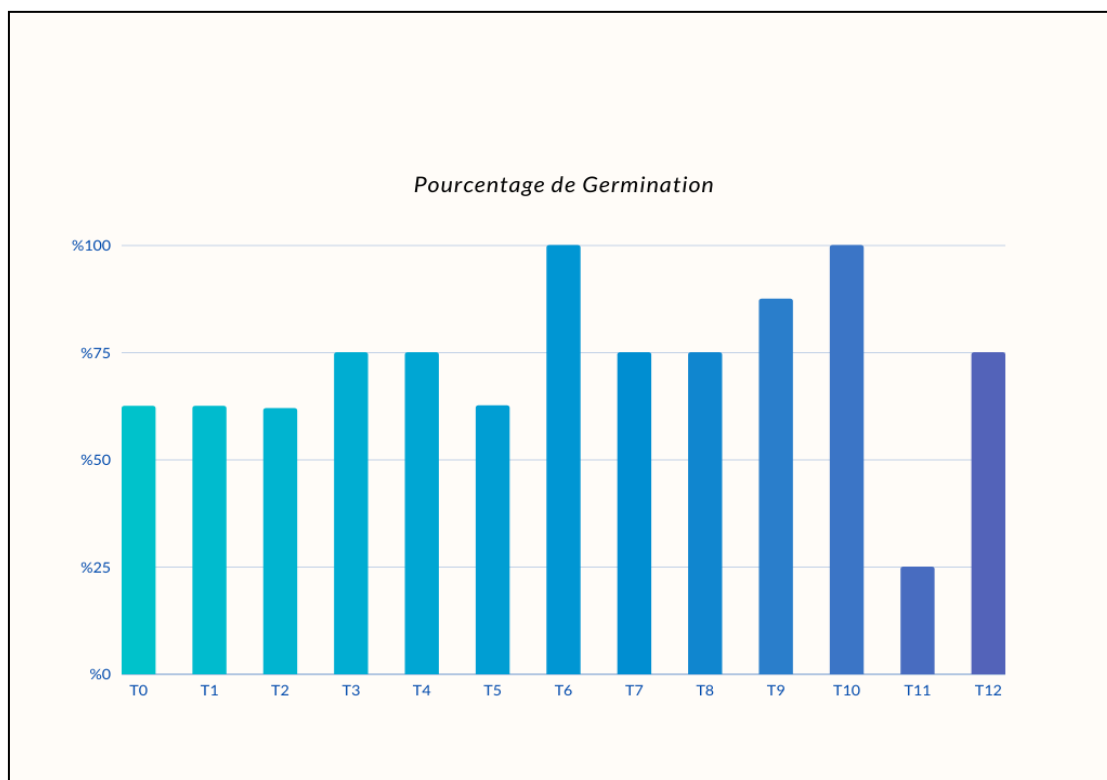


Figure15: Pourcentage de Germination

Chapitre IV Résultats et discussions

Légende : T0: sol témoin (sol de champ dégradé), T: Sol témoin (nouveau sol), T1:sol et gomme arabique, T2: sol ettopinambour, T3:sol et La datte, T4:sol et Sucre blanc, T5: sol et VIT-ORG VG, T6: sol et Fumer (chèvres), T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi T9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélar, T11: sol et PRO-BIOSTAG, T12: sol et BIOREM-Terra

À partir des résultats représentés dans le figure, nous remarquons les pourcentages de germination detriticale de blé T: Sol témoin (nouveau sol) > T0: sol témoin (sol de champ dégradé), T1:sol et gomme arabique, T2: sol ettopinambour, T5: sol et VIT-ORG VG, T11: sol et PRO-BIOSTAG.

Les traitements T3:sol et La datte, T4:sol et Sucre blanc, T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi, T12: sol et BIOREM-Terra égales 75 %

Alors que la T6:sol et excréments d'animaux(chèvres), T10: sol et Réjuvélac 100 %

Remarque: la première germination a été observé après 4 jours qui date des semis dans la parcelle T1:sol et gomme arabique, après 5 jours dans T2: sol ettopinambour, T3:sol et La datte, T4:sol et Sucre blanc, T5: sol et VIT-ORG VG, T6: sol et excréments d'animaux(chèvres), T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi T9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélac, T11: sol et PRO-BIOSTAG, T12: sol et BIOREM-Terra, après 6 jours T: Sol témoin (nouveau sol), 7 jours T0: sol témoin (sol de champ dégradé)

4.2.2. Stade 2 à 3 Feuilles

Stade 2 à 3 feuille dans la parcelle de traitement T1:sol et gomme arabique T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi, T9: sol et Le lactosérum, T10: sol et Réjuvélac, T6: sol et excréments d'animaux(chèvres) T3:sol et La datte ont été les premiers à être remarqués à ce stade a date 10/4/2022

4.2.3. Stade Tallage

A ce stade le premier tallage c'est manifeste au niveau du substrat T1:sol et gomme arabique T10: sol et Réjuvélar, T6: sol et excréments d'animaux(chèvres) T3:sol et La surope de datte les nombres de tallage, il ressort que le nombre de tallage est très élevé dans cette traitement, Ont remarquent l'absence de ce stade au niveau les trois (03) témoin T0: sol témoin (sol de champ dégradé cultivé), T: Sol témoin (nouveau sol), T': Sol témoin(La terre dégradée du champ n'est pas cultivée) a cause de en raison du manque d'organismes bactériens vivants nécessaires à la plante pour l'aider à absorber les nutriments dont elle a besoin pour sa croissance longueurs des feuilles, tige et des racines des différentes substrat au stade de

Chapitre IV Résultats et discussions

tallage et qui sont présents dans le sol sous une forme non absorbée par la plante l'absence des éléments nutritifs.

4.2.4. Stade Montaison

Les principaux caractères de ce stade sont : La dernière feuille est encore enroulée sur elle-même ; le limbe la dernière feuille est entièrement étale, la ligule est visible.

A ce stade nous remarquons la supériorité de la parcelle de traitement T10: sol et Réjuvêlar, T6: sol et Fumier (chèvres) T3:sol et La surope de datte aussi T1:sol et gomme arabique T7: sol et wazwaza, T8: sol et lagmi, T9: sol et Le lactosérum.



Figure16: Stade Montaison

- Longueur de la plante

Tableau 11 :Longueur des plantes

	Longueur moyen des plante en cm	nombre moyen d' épis	nombre moyen de tiges	longueur moyenne des racines en cm
Réjuvélar	46	3	4	10
BIOREM-Terra	40	2	3	10
PRO-BIOSTAG	38	2	2	10
gomme arabique	46	2	3	13
Fumer(chèvres)	47	3	2	11
Topinambour	40	2	2	10
Date	37	1	2	12
wazwaza	40	2	2	11
lagimi	38	1	1	12
Lactosérum	33	1	1	13
Vit- org	35	1	1	13
témoin (nouveau sol)	17	1	1	11
témoin (sol de champ dégradé)	35	1	1	8
Sucre blanc	40	1	1	11

Nous avons également constaté, à travers les résultats, On note également le développement et propagédu système racinaire des plantes traitées par rapport à celles non traitées (témoin).Surtout les plantes traitées à la gomme arabique, au lactosérum et au Vit-org



Figure17:plantes de blées et leur racines

(Légende: De droite à gauche; Réjuvélar, Fumier(chèvres),PRO-BIOSTAG, BIOREM-Terra, topinambour, gomme arabique, surope de datte, wazwaza, lagimi,Vit-org, lactosérum, témoin (sol de champ dégradé), témoin2 (nouveau sol).)

4.3. Récapitulatif des Résultats et interprétations

Les produits probiotiques et les matériaux prébiotiques augmentent le taux de croissance des plantes non seulement en fournissant les denrées alimentaires nécessaires à sa croissance, mais en augmentant le nombre de colonies bactériennes existantes, le sol entraîne donc une plus grande utilisation de la plante à partir des nutriments existants, donc le sol et sous la forme que la plante ne peut pas l'absorber

D'un autre côté, les bactéries aident la plante à résister aux maladies sèches et à la chaleur. Elle peut également améliorer les propriétés physiques du sol.

La thérapie biologique peut être si vous voulez, l'expression la plus réussie, la plus réussie et la plus sûre pour la plante, et donc pour une personne de récupérer les terres agricoles dont les propriétaires se plaignent de leur manque de retour.

D'autre part, et en observant les résultats du (tableau 15), le développement remarquable de la plante, où l'on a remarqué le développement du système racinaire de manière significative chez les plantes cultivées en sol traité que les autres plantes cultivées en sol non traité. une augmentation du nombre d'épis, contrairement au sol du témoin T0 qui ne contient qu'une seule tige, nous en concluons que les matériaux probiotiques et prébiotiques que nous avons utilisés comme traitement des sols improductifs enrichissent et nourrissent la plante et lui apportent de l'azote et les nutriments dont il a besoin, qui sont présents et stockés Le sol est sous une forme que la plante ne peut pas Absorption et utilisation car les bactéries contenues dans ces substances traitent le sol en renforçant les racines de la plante en stimulant la reproduction de bonnes bactéries qui contribuent à pomper la quantité suffisante d'azote et assurer également une large diffusion de la racine de la plante, donc une plus grande absorption de l'eau et des nutriments, donc une bonne croissance et un meilleur rendement.

4.3.1. Rôle de la diversité microbienne dans le fonctionnement biologique des sol

Les communautés microbiennes du sol participent activement aux services de soutien du sol, notamment à travers leur rôle dans les cycles biogéochimiques d'éléments majeurs tels que le carbone, le phosphore, le soufre et l'azote... Au niveau de ce dernier, l'implication forte de la composante microbienne dans la fixation de l'azote atmosphérique, l'ammonification, la nitrification et de dénitrification n'est plus à démontrer. De même, la minéralisation de la matière organique, processus central du cycle du carbone, se réalise en grande partie par les microorganismes hétérotrophes du sol qui réduisent des molécules complexes en molécules plus petites, facilement assimilables par les plantes. De par leur plasticité métabolique, les microorganismes telluriques interviennent aussi dans la dégradation et l'immobilisation de polluants (ETM, pesticides...) apportés en milieu agricole

Chapitre IV Résultats et discussions

ou industriel. Certains microorganismes ont également un impact important sur la santé et la croissance des plantes en réalisant des symbioses ou en induisant des maladies. D'autres sont impliqués dans la formation et la stabilité des agrégats du sol via la production d'agents liants ou l'établissement de liaisons physiques réalisées par les hyphes des champignons.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Le sol est le support physique des plantes, sa composition doit permettre un bon approvisionnement en éléments nutritifs. Si un élément nutritif est partiellement ou totalement absent, la croissance végétale s'interrompt et la plante est soumise sous un stress.

Les probiotiques et prébiotiques permettent de réhabiliter les sols fortement cultivés en valorisant la matière organique et minérales stockés dans le sol par les bactéries et champignons présents et rendre assimilableaux niveau des racines. Ils jouent un rôle vital dans la décomposition de la matière organique du sol et lient les agrégats du sol pour empêcher l'érosion, la rétention d'eau et l'aération. Ensemble, ces organismes forment des réseaux trophiques qui pilotent les processus des écosystèmes du sol, tels que le cycle des nutriments et l'absorption du carbone, comme tout en aidant à maintenir la productivité des cultures.

Nous avons constaté que le lactosérum et réguvilar présentent une activité bactérienne énorme. Cela correspondait à la lagmi et à fumier, qui montraient une forte activité des champignons au niveau du sol, tandis que les sols témoins dégradé cultivés et non cultivés montraient une faible activité bactérienne et fongique. Cela indique leur absence de vie microbienne, ce qui nous amène à conclure que les probiotiques et prébiotiques utilisés ont restauré l'activité microbienne du sol.

En effet, il n'y avait pas beaucoup d'études existantes sur ce sujet, car nous avons constaté qu'il s'agit d'un sujet émergent, Mais sur la base d'études liées aux bénéfices apportés par les produits probiotiques utilisés, et en fonction des résultats on a observé une augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et peuvent influencer la structure de la communauté microbienne.

L'incorporation des probiotiques et prébiotiques associés à la matière organique augmente la croissance des plantes et leur rendement. A partir les résultats obtenus.

L'évolution d'un probiotique et prébiotique est notablement positive sur les cratères, physique et biologique dans un sol agricole.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

- 1- Ahmad, I., Pichtel, J., & Hayat, S. (2008). Plant-Bacteria Interactions: Strategies and Techniques to Promote Plant Growth. Weinheim : WILEY-VCH VerlagGmbH& Co
- 2- Aurélie F.(2010). Diversité bactérienne des sols : accès aux populations à effectifs moniritaires « the rare biosphere ». T H È S E doctorat. Ecole Centrale de Lyon, Français.p49-55.
- 3- Abderrahman.A. La gomme arabique.
- 4- Al Shaikly, M. A. S., Al Dulaimi, A. (1986).Types of extentofmicrobiai contamination infreshiraqi dates duringsmaturation. The date palm, 4 (2), 205-220
- 5- Barrios E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity.Ecol Econ 64:269-285
- 6- Bardgett, R.D., Bowman, W.D., Kaufmann, R. & Schmidt, S.K. (2005) Linking aboveground and belowground communities: a temporal approach. Trends in Ecology and Evolution, 20, 634-641.
- 7- BENSLAMA.A.2016. Le lait et Le lactosérum. Université Mohamed Khider-Biskra
- 8- Becker, J., Eisenhauer, N., Scheu, S. &Jousset, A. (2012) Increasing antagonistic interactions cause bacterial communities to collapse at high diversity. EcologyLetters, 15, 468-474.
- 9- Butel M-J. « Les probiotiques et leur place en médecine humaine ». Journal des Antiinfectieux 2014..92. p1-3 <http://dx.doi.org/10.1016/j.antinf.2014.01.010>
- 10- Bernard Flourie, Les prébiotiques en gastroentérologie, Hépatogastro. Vol. 6, Numéro 3, Mai - Juin 1999 : 195-8, Mini-revues
- 11- Brooks, P.D., Williams, M.W. & Schmidt, S.K. (1998) Inorganic nitrogen and microbial biomass dynamics before and during spring snowmelt. Biogeochemistry, 43, 1-15.
- 12- Brencic, A. &Winans, S.C. (2005) Detection of and Response to Signals Involved in HostMicrobe Interactions by Plant-Associated Bacteria. Microbiology and MolecularBiologyReviews, 69, 155-194.
- 13- Bever, J.D., Westover, K.M. &Antonovics, J. (1997) Incorporating the soil community into plant population dynamics: the utility of the feedback approach. Journal of Ecology, 85, 561-573.

- 14- Berendsen, R. L., Pieterse, C. M., Bakker, P. A. 2012. The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends in Plant Science*, 17(8), 478-486.
- 15- Bessaoud. O, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, Khechimi.W, (2019). Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie.
- 16- Bruand A. (2009). Qu'est ce que le sol ? in *Le sol*, Dossier INRA, pp. 12–17.
- 17- Brussaard L, de Ruiter PC, Brown GG.(2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agric Ecosyst Environ* 121:233–244.
- 18- Christain.W, Jacques.B, Jean-louis.M et al.(2011). *SOLS et ENVIRONNEMENT*. Dunod. p34
- 19- Christian.C, (2011), *Agriculture biologique : une approche scientifique*. France. France agricole. P60
- 20- Clergué B., Amiaud B., Plantureux S., (2004). Evaluation de la biodiversité par des indicateurs agri-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole, séminaire de l'école doctorale RP2E Ingénierie
- 21- Christian.S, Jean-charles.M, Jacques.D.(2005). *Guide de la fertilisation raisonnée*. Paris, France Agricole. p78-80.
- 22- C.S. Nautiyal and S.M. DasGupta (2007) Screening of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. A. Varma, R. Oelmüller (Eds.). *Advanced Techniques in Soil Microbiology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany
- 23- Citeau.L, Antonio.B, Marion.B, Dominique K.(2018). *Gestion durable des sols*. édition Quae. France, p 83-110.
- 24- Corrieu, G. & Luquet, F. M. « Bactéries lactiques : De la génétique au ferment ». Paris : Édition Tec et Doc, 2008. p. 849. In : *Probiotiques : Application thérapeutiques et effets secondaires [Thèse de doctorat]* Université Mohammed V de Rabat.
- 25- Claesson, M.J., Li, Y., Leahy, S. et al. Multireplicon genome architecture of *Lactobacillus salivarius*. *Proc Natl Acad Sci U S A* (2006). 103: 6718-6723.
- 26- Collado MC., Isolauri E., Salminen S., Sanz Y. (2009). The impact of probiotic on gut health. *Curr Drug Me- tab*. 10:68-78.
- 27- Dari R, 2013. Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides exemple d'un sol salé sous deux types de cultures; Ouargla, Algérie ; Université Kasdi Merbah-Ouargla, p53 ; mém.ing.agro.16. Derbal N, 2015. Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de

- quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie ;Annaba, Algérie ; Université Badji Mokhtar –Annaba, p76 ;Thèsede Doctorat sciences en Biologie.
- 28-** DAVET.P, 1996.Vie microbienne des sols et production végétale,INRA, 385p.
- 29-** Daily GC, Alexander S, Ehrlich PR, Goulder L, Lubchenco J, Matson PA,et al. (1997).Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystemsogy. IssueEcol 2:18–24.
- 30-** DSA El-oued,(2017).Directeur service agriculture El-oued.
- 31-** DACOSTA.Y.(2001).Probiotiques et prébiotiques en alimentation humaine, Lavoisier, Paris.
- 32-** Desreumaux. P, Pavan.S, Mercenie.A. Probiotiques, prébiotiques et symbiotiques. 27/08/02,p335-337.
- 33-** DUBOST D. (1991).Ecologie, aménagement des oasis Algériennes. Thèse Doctorat géographie.u.f. Rebellais
- 34-** Dequiedt, S., Saby, N.P.A., Lelievre, M., Jolivet, C., Thioulouse, J., Toutain, B., Arrouays, D., et al. (2011) Biogeographical patterns of soil molecular microbial biomass as influenced by soil characteristics and management. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 641-652
- 35-** DenyseP.(2017). Le sucre. NUTRITION
- 36-** DOMMERGLIES.Y.1970. ÉCOLOGIE MICROBIENNE DU SOL. MAS SON ETC ie, ÉDIT E LI R S. PARIS.p25-30.
- 37-** Dunn, R.M., Mikola, J., Bol, R. &Bardgett, R.D. (2006) Influence of microbial activity on plant–microbial competition for organic and inorganic nitrogen. *Plant and Soil*, 289, 321-334.
- 38-** Drapeau., Arnold J., Jankovic., Stevan et World Health Organization. (1977). Manuel de microbiologie de l'environnement / par Arnold J. Drapeau et StevanJankovic.
- 39-** Dunn DL., Barke RA., Ewald DC., Simmons RL. (1985). Effects of *Esherichiacoli*, and *Bacteroides fragilis* on peritoneal host defenses. *Infect Immun*. 48(2):287-291.
- 40-** Dowson, V. H. W. et Aten, A. (1963). Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. FAO, Rome, 10-43 : 229-243
- 41-** Ettema CH, Wardle DA. (2002). Spatial soil ecology. 17:177–183.
- 42-** EM Consult. « Probiotique, prébiotiques, symbiose : définition ». (E. Masson, Éd.) Cahier de nutrition et de diététique. Avril 2007. 42(nhs2). p7.

- 43- Fierer N, Bradford MA, Jackson RB. (2007). Toward an ecological classification of soilbacteria. *Ecology*88:1354–1364.
- 44- Foster RC. (1988). Microenvironments of soil microorganisms *Biology and fertility of soils* 6: 189-203.
- 45- FAO/OMS. (2001). Report of a joint FAO/OMS Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional properties of Probiotics in food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. Cordoba, ARGENTINE.
- 46- Fuller, R. “A review: Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Microbiology*”.1989. 66 : p. 365-378. In(*Le microbiote intestinal, les probiotiques et leur place dans les pathologies digestives basses du nourrisson [Thèse de Doctorat]* Université de Lorraine.
- 47- Geneviève Marchand, 2011, Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l’air prélevées sur filtre de polycarbonate
- 48- Geneviève Marchand, 2011, Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l’air prélevées sur filtre de polycarbonate
- 49- Gérard Miquel., (2001). Les effets des métaux lourds sur l’environnement et la santé, officeparlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques.
- 50- Gobat JM, Aragno M, Mathhey W. (1998). Le sol vivant. Collection "Gérer l'environnement"14, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 519p
- 51- Gibson G. R., Roberfroid M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota : introducing the concept of prebiotics.*J. Nutr.* juin 1995. Vol. 125, n°6, p. 1401-1412.
- 52- Glossaire.2007. PROBIOTIQUES, PRÉBIOTIQUES, SYMBIOTIQUES : DÉFINITIONS,probiotiques et santé.Cah. Nutr. Diét., 42, Hors-série 2, 2007
- 53- Guarner F, Aamir G. Khan, Aamir G. Khan.(2008) « Recommandation pratique : Probiotiques et Prébiotiques.Organisation mondiale de gastroentérologie »
- 54- Guiraud J.-P. « Microbiologie alimentaire ». Paris: Dunod, 2003. 651 p. In (probiotique : application thérapeutique et effet secondaire [thèse de doctorat] université de Mohammed V de Rabat).
- 55- Hattori T. (1988). Soil aggregates as microhabitats of microorganisms *Biology and fertility of soils*. 6: 189-203.
- 56- HOURS.M,(janvier 2003)."ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES MICRO-ORGANISMES DANS LA FILIERE DECHETS".p15-16.

- 57- Isabelle C. Le topinambour. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Québec.
- 58- Jacques B., La diversité microbienne, Aménagement et Nature - N° 136, CNRS- Université Lyon1.19-23
- 59- Jérôme Henriques., (2015). Les dégâts environnementaux de l'agriculture intensive, 2^e édition : « La dégradé est dans le pré »
- 60- Jean-Noël A, Jean-Marc B, Alain C, Jean-Joël Gril, Laurance Guichard, Philippe Lucas, Serge Savary, Marc Voltz., (2005). Pesticides agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux.
- 61- Kimse M. Caractérisation de l'écosystème cæcal et santé digestive du lapin: contrôle nutritionnel et interaction avec la levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* [Internet]. Institut National Polytechnique de Toulouse; 2009 [cité 19 mars 2017]. Disponible sur: <http://ethesis.inp-toulouse.fr/archive/00000752/>
- 62- Kuramae, E.E., Yergeau, E., Wong, L.C., Pijl, A.S., van Veen, J.A. & Kowalchuk, G.A. (2012) Soil characteristics more strongly influence soil bacterial communities than land-use type. *FEMS Microbiology Ecology*, 79, 12-24.
- 63- Klaenhammer. T R. « Probiotic Bacteria: Today and Tomorrow. » *Journal of Nutrition*, 2000.130.:415S-416S.
- 64- Krammer HJ, Kamper H, von Bunau R, et al. "Probiotic drug therapy with *E. coli* strain Nissle 1917 (EcN). *Z Gastroenterol*" 2006.44(8): 651-656.
- 65- Leahy, S. C., Higgins, D. G., Fitzgerald, G. F. & van Sinderen, D. "Getting better with bifidobacteria." *Journal of Applied Microbiology*. 2005.98 (6):1303-1315.
- 66- Leslie PH. (1957). An analysis of the data for some experiments carried out by gause with populations of the protozoa, *Paramecium aurelia* and *Paramecium caudatum*. *Biometrika*. 44(3-4):314-327.
- 67- Matthieu A, Frédéric T. (8 juin 2016). Les sols agricoles. France. France agricoles.
- 68- Manlay RJ, Feller C, Swift MJ. (2007). Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agric Ecosyst Environ* 119:217-233.
- 69- Maïsharou A. Oumarou A. Amélioration des techniques de production de la gomme arabique. Edition 2011, Antananarivo
- 70- Melki et al. (2015) / *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(6), 810-817

- 71-** MerhiMaysaloun, (2008): Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin ; Thèse doctorat ; Université De Toulouse ; p139.
- 72-** MetschnikoffE.«Prolongation of life. New York. Putnam ». 1908. In (probiotique: applications thérapeutiques et effets secondaires [thèse de doctorat] université de Mohammed V de Rabat).
- 73-** Mirza. H,2008.AGRO 516 Lecture Sheet # 06. 1. Data collection procedures of Agronomic crops. Mirza Hasanuzzaman. Lecturer, Department of Agronomy. Sher-e-Bangla Agricultural.
- 74-** Morgan, J.A.W., Bending, G.D. & White, P.J. (2005) Biological costs and benefits to plantmicrobe interactions in the rhizosphere. *Journal of ExperimentalBotany*, 56, 1729- 1739
- 75-** MOREL, 1989. Les sols cultivés. Tech et Doc.Lavoisier, paris, 272p
- 76-** McMahon SK, Williams MA, Bottomley PJ, Myrold DD. (2005). Dynamics of microbialcommunities during decomposition of carbon-13 labeled ryegrass fractions in soil. *SoilSciSoc Am J* 69:1238-1247.
- 77-** Mummey DL & Stahl PD. (2004). Analysis of soil whole and inner microaggregate bacterial communities. *MicrobEcol.* 48 41-50.
- 78-** Munier, P. (1973). Le palmier dattier Techniques agricole et productions tropicales. Paris : Maison Neuve et Larose, 143-174.
- 79-** Nihal.E.(2015). PROBIOTIQUES : APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES ET EFFETS SECONDAIRES. Thèse doctorat. UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE –RABAT.
- 80-** Prescott L M., Harley and Klein. (2002). VIII Ecology and Symbiosis. In *Microbiology*. Fifthedition. The McGraw–Hill Companies, pp: 596-697.
- 81-** Piquepaille C. « Place des probiotiques dans le traitement de diverses pathologies intestinales ». In (place de probiotique dans le traitement de diverses pathologies intestinal [thèse de doctorat] université de Limoges).
- 82-** Ramade, F. 2008. Dictionnaire encyclopédique dessciences de la nature et de la biodiversité. Paris, Dunod,p737.
- 83-** Raoul C,Claire.C,Sabrine.H.(2015).Les matières organiques des sols.2^éédition.France. France Agricole.p187-222.

- 84-** Rambaud J-C, J Buts, G Corthier, B Flourié, « Flor microbienne intestinale : physiologie et pathologie digestive », Édition John LibbeyEurotext 2004, amazon France, Page 28-30.
- 85-** Roger Ribotto., (2010), l'agriculture intensive, quelque impacts sur l'environnement.
- 86-** Rosset, A. (1993). Traitement ionisant et produit alimentaire, Paris, 34-61.
- 87-** SASSON. A, 1967. Recherches éco-physiologique sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série botanique et biologie végétale.
- 88-** Souadkia.C, Souadkia.H., 2017 ; Etude des croûtes biologiques des sols des écosystèmes arides (Cas de la Wilaya d'El Oued). El Oued, Algérie. Université d'El-Oued, 56p. Mém de Master académique en Ecologie et environnement.
- 89-** Stengle.P, Bruckler.L, Balesdent.J.(2018). le sol. quae
- 90-** Soltner.D.(2014). Les bases de la production végétale. 26^e édition. Paris, Dunod. p 40-50.
- 91-** Steensels J, Snoek T, Meersman E, Nicolino M, Voordeckers K, Verstrepen K. "Improving industrial yeast strains: exploiting natural and artificial diversity". *Fems Microbiology Reviews*. 2014;38(5):947-995.
- 92-** Taha M.(2020). Biodiversité microbienne dans les milieux extrêmes salés du Nord-Est Algérien. Thèse Doctorat. Université Mustapha Ben Boulaid- Batna 2. p7-11
- 93-** Tailliez, P. « Les lactobacilles : propriétés, habitats, rôle physiologique et intérêt en santé humaine ». *Antibiotiques*, 2004 ; 6 : 35-41
- 94-** Torsvik V, Øvreås L. (2002). Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. *Curr Opin Microbiol* 5:240–245.
- 95-** Tissier, H.(1900). « Recherches sur la flore intestinale (état normal et pathologique) des Nourrissons ». Thèse de doctorat. Paris : Université de médecine.
- 96-** Varis E., Pietila L., Koikkalainen K., (1996). Comparaison of Conventional, Integrated and Organic Potato Production in Field Experiments in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B Soil and Plant. Sci.*, 46: 41-48
- 97-** Van der Waaij. D, (1999). Probiotics other nutritional factors and intestinal microflora edited by Lars A. Hanson and Robert H., Yolken. Nestle Nutrition Workshop Series, Vol: 42, Nestec Ltd. Vevey/Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia

- 98-** Vergin F. Anti-und Probiotika. Hippokrates. 1954.25:116-119. [Review]
Hippokrates un article « «AntiRundprobiotika »
- 99-** Vincent T.2014.Lien entre la diversité microbienne, la stabilité des communautés microbiennes et le turnover des matières organiques du sol.THÈSE Doctora.UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE ECOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT – SANTE.p15-23
- 100-** Wardle, D.A., Bardgett, R.D., Klironomos, J.N., Setälä, H., van der Putten, W.H. & Wall, D.H. (2004) Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304.
- 101-** Willey et al. Microbiologie de Prescott. 5^e édition, 2018. de Boeck supérieur.
- 102-** Whipps, J.M. (2004) Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of root pathogens. *Canadian Journal of Botany*, 82, 1198-1227.
- 103-** Young, N.D., Mudge, J. & Ellis, T.N. (2003) Legume genomes: more than peas in a pod. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 199-204.
- 104-** Youssif, A., K et Alghamdi, A. S. (1999). Suitability of some date cultivars for jelly making, *J. Food Sci, Technol*, 36, 515-518.
- 105-** 2016. GOMME ARABIQUE New York et Genève, CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LE COMMERCE ET LE DEVELOPPEMENT

Annexes

Annexe 01



Figure 01: Échantillons de blé cultivés dans un sol traité

Tableau01: Composition chimique moyenne du blé, triticales, seigle et orge (g/kg de m.s) (SOLTNER, 2000)

Composition	Blé	Triticale	Seigle	Orge
MAT	132	122	100	111
Amidon	687	663	630	575
Cellulose brute	26	28	22	51
Fibres NDF	123	134	145	209
Matières grasses	24	21	19	26
Calcium	0.7	0.5	0.7	0.06
Phosphore	3.8	3.5	4.0	4.1
Lysine	3.7	4.7	3.9	4.3
Méthionine	2.1	2.1	1.6	1.6
Cystéine	3.2	3.8	2.3	-
Thionine	4	4	3.5	3.8
Tryptophane	1.66	1.5	0.9	1.5

Annexe 02

Préparation La Gélose Nutritive (GN)

La Gélose Nutritive est un milieu largement utilisé pour la culture des micro organismes

Préparation d'un milieu de culture (Gélose nutritive) :

- 1- Tryptone : 5g
- 2- Extrait de levure : 2.5g
- 3- Glucose : 1g
- 4- Agar : 15g/l
- 5- Eau distillée : 250ml

On chauffe jusqu'à ébullition, ensuite on met les milieux de culture dans l'autoclave pour les stériliser.

On laisse les milieux dans l'autoclave 20min avec une température de 121°C. Quand l'autoclavage prend fin :

- 1- Ouvrir le flacon dans un périmètre stérile.
- 2- Passer l'ouverture du flacon à la flamme.
- 3- Verser le milieu dans la boîte pétri.
- 4- Passer l'ouverture du flacon à la flamme pour une 2ème fois.
- 5- Fermer le flacon
- 6- Laisser les boîtes refroidir à côté du bec bunsen. (Nait-si et Ouafik, 2015)



Photo Préparation de Gélose Nutritive

- Gélose de Sabouraud :

Peptone pesique du viande 10g

Glucose 35g

Agar Agar Bactériologique 15g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,0 \pm 0,2$

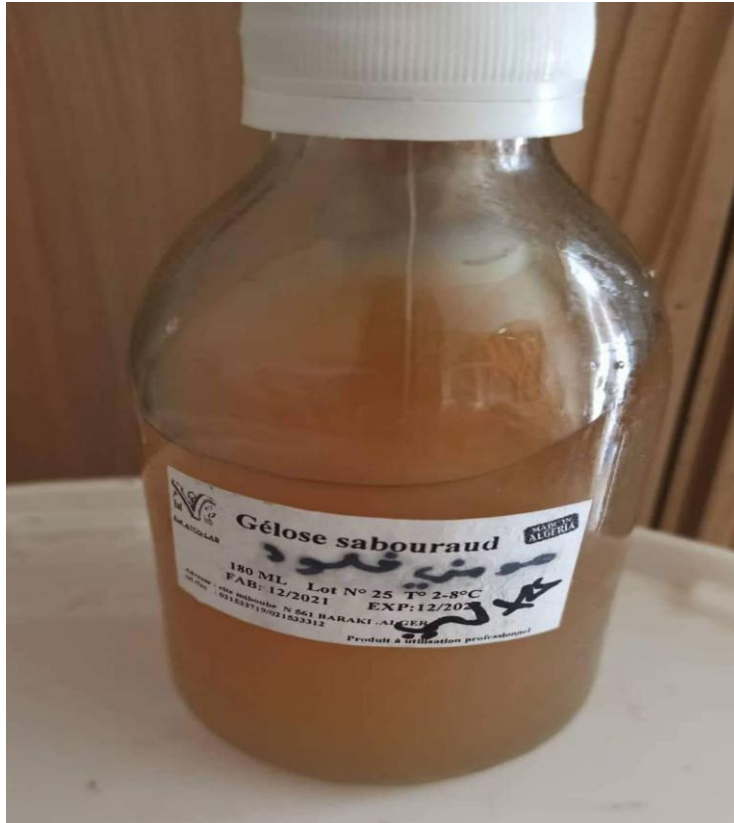


Photo milieu sabouraud



Photo de l'eau physiologique



Photo de l'enchantions des sols trété



Photo de la racine de topinambour

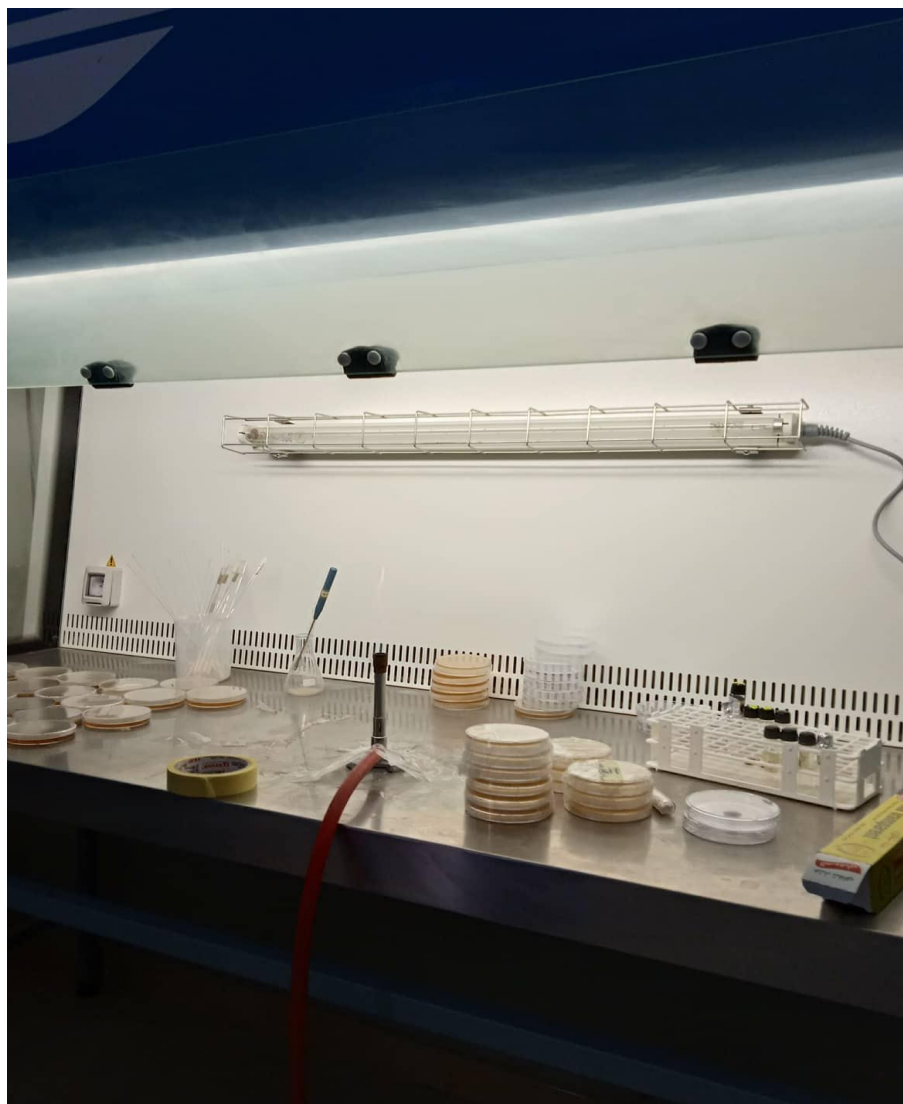


Photo boîte pétri



Photo :Haute végétative

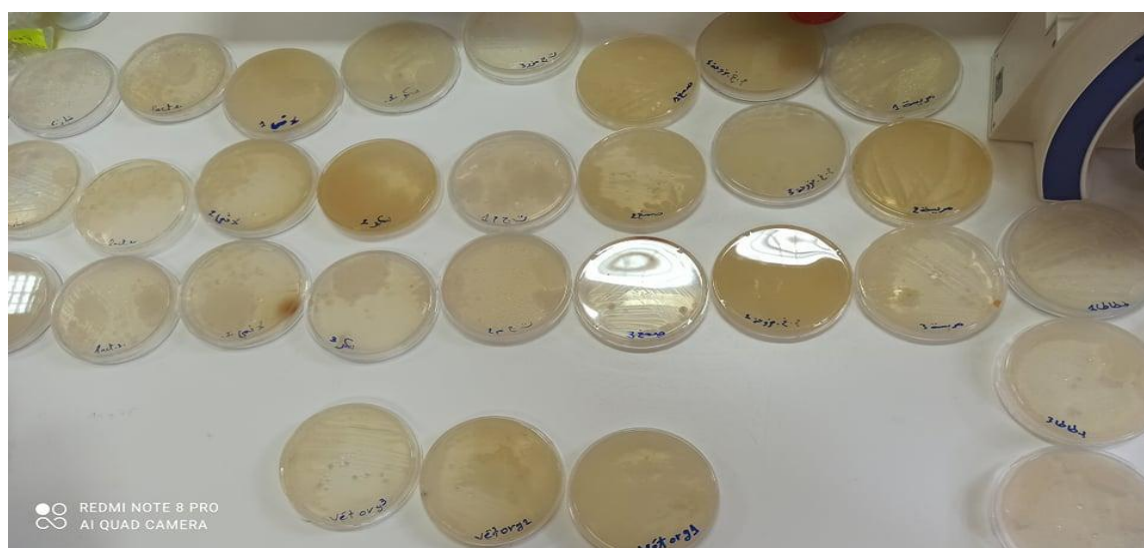


Photo :Bacteries après 2 jours

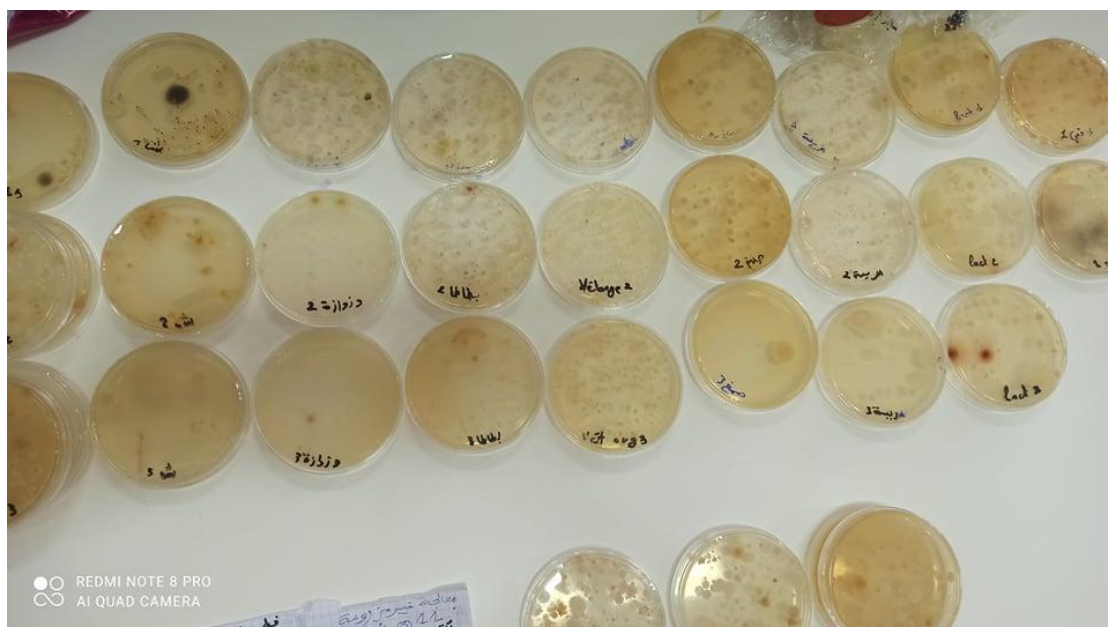


Photo :fongiques après 4 jours



Photo :fongiques après 4 jours