



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biologie Et Ecologie Végétale	جامعة الاخوة منتوري قسنطينة كلية علوم الطبيعة والحياة قسم بيولوجيا و علم البيئة النباتية
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale.

Intitulé :

Approche sur l'activité biologique dans les sols destinés à la production du blé dur (*Triticum durum L.*) dans la région de Constantine : Cas des Champignons.

Présenté par : LAGGOUN Ismail
LAOUR Amir

Le 21/06/2023

Jury d'évaluation :

Président du jury : KARA Karima (MCA - UFM Constantine 1).

Encadreur : BAZRI Kamel-Eddine (MCA - UFM Constantine 1).

Co-encadreur : BEHOUHOU Mohamed Lamine (Doctorant UFM Constantine 1).

Examineur : BOUCHOUKH Imane (MCA - UFM Constantine 1).

Année universitaire

2022-2023

Remerciement

Au terme de ce travail, je remercie ALLAH DIEU le tout puissant qui m'a donné la patience et le courage pour accomplir ce travail.

Cher Mr BAZRI Kamel-Eddine, Mme ABDELAZIZ Ouided et Mr BEHOUHOU Mohamed Lamine, Mme KARA Karima et Mme BOUCHOUKH Imane et bien sûr toute personne ayant contribué au succès de ce mémoire de fin d'étude.

Je tenais à vous adresser mes sincères remerciements pour l'aide précieuse que vous m'avez apportée tout au long de la rédaction de mon mémoire de fin d'étude de Master.

Votre expertise, votre patience et votre soutien ont été d'une aide inestimable pour moi tout au long de ce processus. Vos commentaires constructifs et vos suggestions judicieuses m'ont permis d'améliorer la qualité de mon travail et de développer mes compétences en recherche.

Je suis également reconnaissant pour votre disponibilité et votre volonté de répondre à mes questions, même les plus complexes. Votre mentorat m'a permis de grandir en tant qu'étudiant et en tant que chercheur, et je sais que ces compétences me seront utiles tout au long de ma carrière professionnelle.

Je suis honoré d'avoir eu la chance de travailler avec vous et de bénéficier de votre expertise. Je tiens à vous remercier encore une fois pour votre soutien indéfectible, votre patience et vos encouragements tout au long de ce projet.

Dédicace

Tout d'abord louange à ALLAH qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et qui m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes, sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

A la mémoire de mes parents ma mère mon père et mes deux frangines, que Dieu protège Inchallah,

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour eux. Vous m'avez comblé avec votre tendresse tout au long de mon parcours, vous n'avez jamais cessés de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études ainsi que pour votre soutien morale et matériel, conseille...

Cordialement

ISMAIL

Dédicace

Au nom d'Allah ; le tout miséricordieux

Tout d'abord, je rends grâce à Allah, qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail, et qui m'a inspiré les bonnes démarches et la réflexion justes. Sans sa miséricorde, ce projet n'aurait pas eu lieu je dédie ce travail à ma famille mes profs et les gens qui ont contribué à ce travail sans exception merci à vous.

Et bien sur mon binôme.

Cordialement

AMIR

Résumé

Cette étude porte sur l'activité biologique, en particulier celle des champignons, dans les sols destinés à la récolte et à la production du blé dur (*Triticum durum* L.) dans trois zones distinctes de la région de Constantine (Nord, Centre et Sud). Les zones ont été réparties en huit parcelles en fonction des différents types de fertilisation utilisés par les investisseurs agricoles. Notre travail repose sur l'identification et le décompte des champignons présents dans les échantillons prélevés dans nos sites d'étude.

Les résultats obtenus révèlent l'identification de cinq espèces de champignons (*Aspergillus sp.*, *Aspergillus niger*, *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*). Ils démontrent également que la fluctuation de la densité des champignons est causée par l'activité biologique liée à l'état physico-chimique du sol, à l'accumulation de déchets toxiques, aux interactions entre les micro-organismes, et surtout en fonction du type de fertilisation (organique ou chimique).

Mots clés : Sol, Biologique, Champignons, Fertilisation, Organique, Chimique.

Abstract

This study focuses on the biological activity particularly that of fungi, in soils intended for the cultivation and production of durum wheat (*Triticum durum* L.) in three distinct zones of the Constantine region (North, Center, and South). The zones were divided into eight plots based on the different types of fertilization used by agricultural investors. Our work is based on the identification and quantification of fungi present in the samples collected from our study sites.

The results obtained reveal the identification of five species of fungi (*Aspergillus sp.*, *Aspergillus niger*, *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*). They also demonstrate that the fluctuation in fungal density is caused by biological activity related to the physicochemical state of the soil, the accumulation of toxic waste, interactions among microorganisms, and especially the type of fertilization (organic or chemical).

Keywords: Soils, Biological, Fungi, Organic, Chemical, Fertilization.

ملخص:

تم إجراء هذه الدراسة حول النشاط البيولوجي للفطريات في التربة المخصصة لزراعة وإنتاج القمح الصلب في ثلاث مناطق مختلفة في منطقة قسنطينة (الشمال / الوسط / الجنوب)، حيث يتم تقسيم المنطقة إلى 8 قطع أراضي بناءً على أنواع التسميد التي يستخدمها المستثمرون الزراعيون. يستند عملنا على تحديد وعد الفطريات الموجودة في العينات المأخوذة من محطات الدراسة.

تكشف النتائج التي تم الحصول عليها عن تحديد خمسة أنواع فطرية التالية:

(Aspergillus sp. Aspergillus niger. Alternaria sp. Penicillium sp. Fusarium sp.)

وتظهر أيضاً أن تقلبات كثافة الفطريات يسببها النشاط البيولوجي المرتبط بالحالة الفيزيوكيميائية للتربة، وتراكم النفايات السامة، والتفاعلات بين الكائنات الدقيقة، وخاصةً نوع التسميد (عضوي أو كيميائي).

الكلمات المفتاحية

البيولوجي، الفطريات، العضوي، الكيميائي.

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace 1	
Dédicace 2	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des Tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	
1. Connaissez-vous les sols ?.....	2
1.1.Le sol, première ressource pour la vie de la planète.....	2
1.2.Constituants du sol.....	4
1.3.Fonctions des sols.....	4
1.4.Faune du sol.....	5
1.5.Concept de la qualité des sols.....	6
1.6.Propriétés physiques et chimiques des sols.....	6
2. Céréaliculture.....	7
2.1.Zones de production.....	7
2.2.Rotation et association culturales.....	8
2.3.Agriculture de conservation.....	8
2.3.1. Travail du sol.....	9
2.3.1.1.Travail conventionnelle (AC).....	9
2.3.1.2.Travail primaire.....	9

SOMMAIRE

2.3.1.3.Travail secondaire	9
2.3.1.4.Préparation du lit de semence.....	9
2.3.2. Impact de l'agriculture de conservation (AC).....	10
2.3.2.1.Sur le plan environnemental.....	10
3. Microflore du blé.....	11
3.1.Les champignons.....	11
3.1.1. Flore des champs.....	11
3.1.2. Flore intermédiaire.....	12
3.1.3. Flore de stockage.....	12
3.2.Levures.....	13
3.2.1. Flore des champs.....	13
3.2.2. Flore de stockage.....	13
3.3.Bactéries.....	13
3.4.Algues et protozoaires.....	14
4. La matière organique.....	14
4.1.Propriétés biologique du sol.....	15
4.2.Les fonctions vitales du sol.....	15
4.3.Des fonctions biologiques.....	16
4.4.Les horizons.....	16
4.5.Les différentes catégories de la matière organique.....	17
4.6.Les microorganismes dans les processus du sol.....	18
4.7.Indices physico-chimiques de la qualité des sols	20
4.8.Indice biologique de la qualité des sols.....	21
4.9.Importance de la matière organique.....	22
5. Les interactions entre bactéries et champignons.....	23
6. À quoi sert la fertilisation ?.....	24
6.1. les types de fertilisation.....	24
6.2.L'engrais.....	25
6.3.L'amendement organique.....	25
7. Contribution à la réduction de l'effet de serre.....	26

Chapitre 02 ; Matériels et méthodes

1. Lieu d'expérimentation.....	27
2. Protocole expérimental.....	28
2.1.Prélèvement des échantillons.....	28
2.2.Solution mère.....	28
2.3.Dilution décimale.....	28
2.4.Milieu de culture.....	29
2.5.Manipulation.....	29

Chapitre 03 : Résultats et discussion

1. Résultats de l'expérience.....	31
2. Interprétation par région.....	34
2.1.Région de Constantine.....	34
2.2.Région nord.....	34
2.2.1. Investisseur agricole DEBAH.....	35
2.2.2. Investisseur agricole BENCHIKH LEFGOUN.....	37
2.3.Région centre.....	38
2.3.1. Investisseur agricole AZIZZI.....	39
2.3.2. Investisseur agricole LEBSIR 01.....	40
2.3.3. Investisseur agricole LEBSIR 02.....	41
2.4.Région sud.....	43
2.4.1. Investisseur agricole DJOUABLYA.....	44
2.4.2. Investisseur agricole ZAATAT.....	44
2.4.3. Investisseur agricole BOUROUAGUE.....	45
3. Discussion.....	46
Conclusion.....	50
Annexe.....	51
Références bibliographique.....	113

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Les principaux facteurs de formation des sols.....	3
Figure 2 Horizon, profil pédologique et couverture pédologique.....	3
Figure 3 Les horizons.....	16
Figure 4 Concept de la qualité des sols.....	21
Figure 5 Stations et parcelles en vue par GOOGLE EARTH.....	28
Figure 6 Solutions mères	29
Figure 7 PDA.....	29
Figure 8 Etuve contenant des boites de pétri.....	30
Figure 9 Cercle relatif répartition (REGION DE CONSTANTINE).....	34
FIGURE 10 Cercle relatif répartition (REGION NORD).....	35
FIGURE 11 Cercle relatif répartition (DEBAH).....	36
FIGURE 12 Aspect macroscopique du <i>Fusarium Sp</i> (DEBAH).....	36
FIGURE 13 Aspect macroscopique d' <i>Aspergillus Sp</i> (DEBAH).....	37
FIGURE 14 Cercle relatif répartition (BENCHIKH LEFGOUN).....	37
FIGURE 15 Aspect macroscopique d' <i>Alternaria Sp</i> ET du <i>Fusarium Sp</i> (BN.CH).....	38
FIGURE 16 Aspect macroscopique d' <i>Aspergillus Sp</i> ET du <i>Fusarium Sp</i> (BN.CH).....	38
FIGURE 17 Cercle relatif répartition (REGION CENTRE).....	39
FIGURE 18 Cercle relatif répartition (AZIZI).....	39
FIGURE 19 Aspect macroscopique du <i>Penicillium Sp</i> (AZIZI).....	40
FIGURE 20 Aspect macroscopique du <i>Fusarium Sp</i> (AZIZI).....	40
FIGURE 21 Cercle relatif répartition (LEBSIR 01).....	40

LISTE DES FIGURES

FIGURE 22 Aspect macroscopique du <i>Penicillium Sp</i> (LEBSIR 01).....	40
FIGURE 23 Cercle relatif répartition (LEBSIR 02).....	42
FIGURE 24 Aspect macroscopique du <i>Penicillium Sp</i> (LEBSIR 02).....	42
FIGURE 25 Aspect macroscopique du <i>Penicillium Sp</i> (LEBSIR 02).....	43
FIGURE 26 Cercle relatif répartition (REGION SUD).....	43
FIGURE 27 Cercle relatif répartition (DJOUABLYA).....	44
FIGURE 28 Cercle relatif répartition (ZAATAT).....	45
FIGURE 29 Cercle relatif répartition (BOUROUAGUE).....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Importance des Micro-organismes	18
Tableau 2 Importance des Macroorganismes.....	19
Tableau 3 Résultats d'identification et de dénombrement des espèces.....	31

LISTE DES ABRÉVIATIONS

SSSA: Soil Science Society of America.

FAO: Food and Agriculture Organization.

TC : Technique Conventionnel

AC : Agriculture de Conservation

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MO : Matière Organique

MOV : Matière Organique Vivante

NPK : Azote, Phosphore, Potassium.

PDA: Potato Dextrose Agar.

CAH: Complex Argilo-Humidue.

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Les sols sont l'un des éléments les plus importants de notre environnement, en raison de leur rôle crucial dans la production alimentaire, la qualité de l'eau et la régulation du climat. Ils représentent un écosystème complexe composé de matière organique, de minéraux, d'eau et d'air, qui interagissent en permanence pour former des habitats pour les plantes, les animaux et les microorganismes (ADHIKARI, K. ET HARTEMINK, A.E. (2015).

Cependant, les sols sont également soumis à des pressions croissantes en raison des pratiques agricoles intensives, de l'urbanisation et du changement climatique, qui menacent leur qualité et leur fonctionnement. La dégradation des sols peut avoir des conséquences dramatiques sur la productivité agricole, la qualité de l'eau et la biodiversité, ainsi que sur la santé humaine.

Les sols représentent un écosystème complexe dans lequel se déroulent de nombreux processus biologiques et chimiques qui dépendent en grande partie de la matière organique. Celle-ci est constituée de débris végétaux et animaux en décomposition, de résidus de culture et de matières organiques synthétiques. Elle est considérée comme l'un des composants clés des sols, car elle constitue la base de la production végétale et l'habitat de nombreux organismes.

Dans ce contexte, les champignons sont un des acteurs majeurs du cycle de la matière organique dans les sols. En effet, ces microorganismes sont capables de dégrader et de transformer la matière organique en composés simples qui peuvent être absorbés par les plantes. Ils sont également impliqués dans la formation de complexes organo-minéraux, qui peuvent stocker le carbone dans le sol et ainsi contribuer à l'atténuation du changement climatique (Philippe P. Lemanceau 2020).

Cependant, malgré leur importance écologique, les champignons du sol restent encore mal connus en raison de leur diversité et de leur complexité. Leur rôle dans le cycle de la matière organique et leur réponse aux changements environnementaux sont encore largement méconnus, ce qui limite la compréhension de leur impact sur les écosystèmes et la production agricole.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Connaissez-vous les sols ?

1.1. Le sol, première ressource pour la vie de la planète...

Ressource pour la production alimentaire, support des activités humaines, source de minerais et de matériaux de construction, système épurateur, réserve d'eau... le sol est un élément vital et fondamental pour l'humanité. Il est donc essentiel à la vie et fait partie du quotidien des Hommes (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Et pourtant, constat étonnant, le sol n'est pas, ou très mal connu des Hommes, y compris de ceux qui l'utilisent directement et quotidiennement (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Toutes les sociétés humaines ont utilisé ou utilisent le sol chacune à leur manière : cultures, élevage, forêts, matériaux pour les habitations et les routes, épandage des déchets agricoles, industriels et urbains, zones récréatives. Le sol est d'ailleurs conçu de manière forte différente selon le mode de vie de chacun (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Il est peut-être pour certains une simple interface entre l'atmosphère et la lithosphère. Pour le carrier, par exemple, il devient même le « stérile » lorsqu'il recouvre le matériau rocheux solide sous-jacent et utilitaire (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Il est aussi considéré comme une simple superficie. C'est l'approche classique des personnes traitant du « foncier » : remembrement, plans d'occupation des sols, classement des terres, etc (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Il est l'objet de diverses réglementations en matière d'usage : droit de passage, drainage, plantations, etc (Clémont Mathieu 07.05.2020).

Pour l'agronome et le pédologue, le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent. C'est donc une structure quadridimensionnelle (espace, temps) (Figure 1).

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

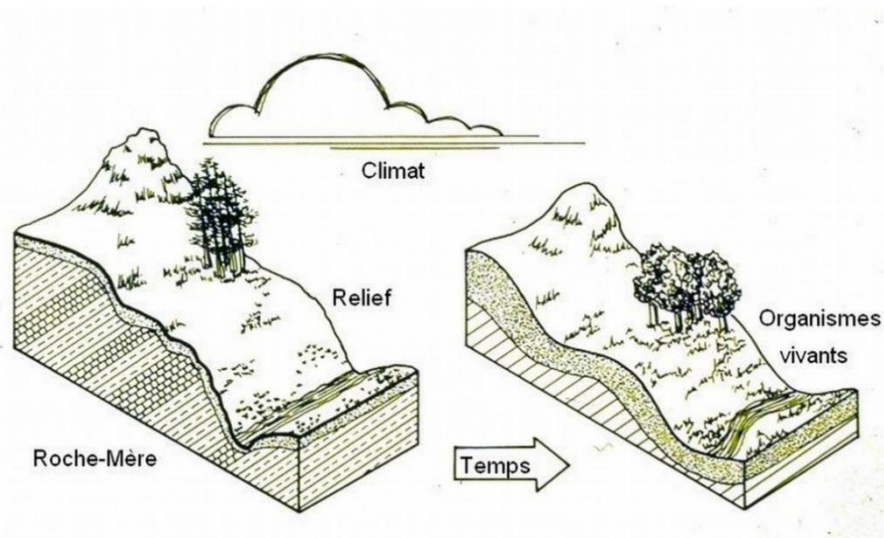


FIGURE 1 les principaux facteurs de formation des sols.

C'est aussi un volume organisé, structuré et continu : la couverture pédologique présente une grande variété spatiale et est un milieu en perpétuelle transformation. Elle fait donc partie des paysages et est elle-même composée de volumes plus petits, les couches de sol que les spécialistes appellent horizons. Ces derniers s'organisent dans le paysage en relation avec la nature des matériaux parentaux, la géomorphologie, la couverture végétale, l'occupation des sols et l'empreinte des activités humaines (Figure 2).

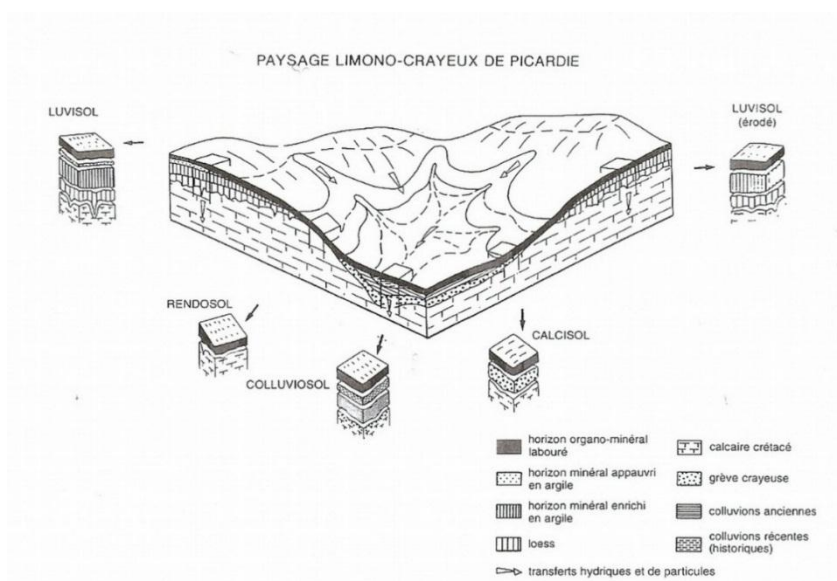


FIGURE 2 Horizon, profil pédologique et couverture pédologique.

Le sol correspond à la partie superficielle de l'écorce terrestre. Couverture de la lithosphère en contact avec l'atmosphère. Il est soumis à des altérations d'ordre biotique et abiotique. Ainsi, il est présenté comme un produit d'interface de l'interaction entre différentes composantes ; Laroche, l'eau, l'air et les êtres vivants (Robert, 1996 ; Chaussod, 2002 ; Ramade, 2003 ; Calu, 2004). C'est un écosystème particulier, dans lequel se développent la microflore, la faune et les végétaux. En effet, c'est un réservoir de biodiversité encore assez méconnu (Antoni, 2007 *in* Lieutaud, 2007).

Les sols sont des milieux dont les modes de fonctionnement sont définis par des interactions entre constituants – solutions et organismes vivants qu'ils renferment (Girard *et al.* 2005).

1.2. Constituants du sol

Le sol est composé de trois fractions : la fraction solide, la fraction liquide et la fraction gazeuse (Beauchamp, 2003). La fraction liquide est la fraction solide se compose de constituants minéraux variés qui sont les argiles, les limons et les sables, et de constituants organiques, composés à 80 % de matière organique morte, tel que les résidus de plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle (Paul *et al.* 1996).

La fraction liquide est la solution du sol complexe et très variable. Elle contient de très nombreuses substances dissoutes organiques et inorganiques, ionisées et non (Calvet, 2003).

La fraction gazeuse ou atmosphère du sol dépend principalement de la profondeur dans le sol et l'activité biologique. L'air du sol contient en général les mêmes substances que l'air atmosphérique mais sa composition peut être très différente en raison, en particulier, de l'activité biologique (Soulas *et al.* 1983).

1.3. Fonctions des sols

Les fonctions essentielles du sol sont d'après Karlen *et al.* (1997) :

- ✓ Soutenir une activité, une diversité et une productivité biologique.
- ✓ Réguler et fractionner les flux d'énergies et d'eau.
- ✓ Filtrer, réguler, dégrader, immobiliser et détoxifier les éléments organiques et inorganiques produits par les dépôts atmosphériques, industriels et municipaux.

- ✓ Approvisionner et permettre le cycle des nutriments et des autres éléments, et fournir un support aux structures socio-économiques et une protection pour les trésors archéologiques associés avec les habitations humaines.

1.4. Faune du sol

Le sol abrite un grand nombre d'organismes, on compte plus de 260 millions d'individus par m² sur sol de prairie (Gobat *et al.* 2003). Il s'agit majoritairement d'invertébrés. Ils se localisent essentiellement où se situe le potentiel énergétique des apports végétaux, ce qui correspond aux 10 à 20 premiers centimètres du sol. Les animaux fouisseurs pouvant toutefois s'en éloigner quand les circonstances l'exigent (Bachelier, 1978).

La pédofaune est extrêmement diversifiée (Deprince, 2003). Elle est classiquement divisée en trois catégories en fonction de la taille des organismes ; en microfaune, mésofaune et macrofaune (Bachelier, 1978) :

- * La microfaune est constituée d'espèces de diamètre inférieur à 0,2 mm, elles vivent généralement dans un film d'eau. Ce sont des espèces hydrophiles ; des protozoaires, quelques espèces de rotifères terrestres et des tardigrades résistants à la sécheresse (Bachelier, 1978).

- * La mésofaune rassemble les invertébrés entre 0,2 et 4 mm, constituée d'espèces hygrophiles et d'espèces xérophiles. Il s'agit d'acariens, de collemboles, de pseudoscorpions, de protoures, de diptères, de petits myriapodes (ces groupes se rassemblant sous le terme " micro- arthropodes "), de nématodes de plus grande taille et d'enchytréides (Bachelier, 1978).

- * La macrofaune est composée des animaux entre 4 et 80 mm. Ce sont des lombriciens, des larves d'insectes, des cloportes, des myriapodes chilopodes et diplopodes, des mollusques gastéropodes (limaces et escargots), des chélicérates (araignées et opilions) et de divers hexapodes (Bachelier, 1978). La macrofaune joue un rôle clé dans la régulation des propriétés physiques des sols et de la biodiversité des organismes plus petits (Lavelle et Spain, 2001).

- * Les lombriciens (Annélides, Oligochètes) représentent une composante majeure du macrofaune du sol puisque, dans la plupart des écosystèmes

terrestres, ils dominent en biomasse (Pelosi, 2008).

1.5. Concept de la qualité des sols

Les définitions les plus pratiques de la qualité des sols ont trait à leurs fonctions. La définition généralement utilisée par les agronomes met l'accent sur la productivité du sol. Un sol en "bonne santé" produit des récoltes abondantes et de grande qualité (Gros, 2002). Depuis une dizaine d'années toutefois, l'agriculture est envisagée selon une optique différente. Elle n'est plus considérée comme une activité en circuit fermé, mais plutôt comme un élément qui s'insère dans un système écologique beaucoup plus vaste et qui interagit avec les autres éléments du système. Ce constat a permis de donner à la qualité des sols une nouvelle définition qui dépasse la productivité et qui tisse des liens avec l'environnement dans son ensemble (Gros, 2002).

La SSSA proposa que la qualité du sol soit définie comme étant « la capacité du sol à fonctionner dans un écosystème donné (naturel ou géré) et pour une utilisation donnée, à supporter une production végétale et animale, à contribuer à un environnement de qualité et favoriser la qualité des plantes, des animaux et des humains » (Karlen et *al.* 1997).

Karlen et *al.* (1992) définis la qualité du sol comme « l'aptitude du sol à servir de milieu naturel pour la croissance des plantes nécessaires à la vie des animaux et des hommes ». Leur définition est basée sur le rôle de la qualité du sol dans le maintien de la productivité à long terme et dans la préservation de l'environnement.

1.6. Propriétés physiques et chimiques des sols

La nature et le mode de regroupement des particules du sol lui donnent une texture et une structure caractéristiques. Les propriétés physiques des sols sont aussi liées à la porosité qui assure la circulation de l'air et de l'eau qui permet l'acheminement des ressources nutritifs indispensables à la plante (Duchaufour, 2001).

Le pH est l'une des propriétés chimiques du sol qui peut nous informer sur la biodisponibilité des éléments nutritifs et les risques de toxicité ainsi sur les proportions de cations sur le CAH (Devau et *al.*, 2009). En effet, le pH est un paramètre clé en agronomie et dans la dynamique des sols, il influence sur trois composantes de la fertilité des sols: la biodisponibilité des nutriments, l'activité biologique et la stabilité structurale des sols (Dinont et *al.*, 2008).

2. Céréaliculture

Les céréales sont un constituant majeur des régimes alimentaires de l'homme et de l'animal partout dans le monde. Si l'on considère les superficies couvertes, le blé est la plante la plus cultivée dans le monde (Kacem, 2005).

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009). La céréaliculture occupe en moyenne une superficie de 4194820 ha soit l'équivalent de 50% de la surface agricole utile (S.A.U) (Madar, 2006).

La production nationale des céréales est encore faible, elle a atteint environ 42 Mt en 2011. Mais, elle ne couvre que 20 à 25% des besoins du pays, le reste étant importé (Moullef, 2010). Cette faible productivité est elle-même due à des contraintes abiotiques comme la pluviométrie, les biotiques, particulièrement les adventices et humaines tels que les itinéraires techniques appliqués (Chellali, 2007).

2.1. Zones de production des céréales

La céréaliculture est pratiquée sur une vaste aire géographique, au relief relativement accidenté. Cette superficie est constituée de plaines, de plateaux et de chaînes de montagnes au climat très variable qui va de subhumide à l'aride supérieur, avec une présence plus importante dans la frange pluviométrique des 300 – 400mm (Feliachi, 2000 ; Cadi, 2005). Les conditions pédoclimatiques démarquent quatre zones distinctes :

- ✓ Une zone potentielle, située essentiellement dans les plaines littorales et sub-littorales et le nord des hauts plateaux, avec un cumul 450 et 800mm de P. La céréaliculture variée est pratiquée de manière intensive avec une superficie de 1 à 1.2 millions d'hectares (Cadi et al. 2000).
- ✓ Une zone intermédiaire, localisée principalement au sud des hauts plateaux, la pluviométrie est inférieure à 400mm, constituant la zone agropastorale où se pratique une céréaliculture de subsistance avec des rendements très bas. La superficie est estimée à 1.8 millions d'hectares (Latreche, 2011).
- ✓ Une zone steppique, où la céréaliculture est pratiquée de manière irrégulière sur 0.3 à 0.8 millions d'hectares, selon les années. C'est une

zone à hiver froid, les précipitations enregistrées sont faibles, présentant une grande variabilité interannuelle, de 200 à 300mm. C'est une zone peu productive, axée essentiellement sur l'orge (Latreche, 2011).

- ✓ La zone sud, où se pratique une céréaliculture sous irrigation (Latreche, 2011).

2.2. Rotations et associations culturales

La rotation culturale est une succession ordonnée et répétées cultures sur une même parcelle pendant une série d'années. Elle diffère d'association culturale où plusieurs variétés sont rangées simultanément. Les rotations/associations culturales constituent un élément important pour minimiser les risques accourus en monoculture. Elles permettent de briser le cycle des pathologies tout en valorisant les interactions entre les propriétés physiques et chimiques de différentes espèces végétales cultivées de façon alternative ou associées sur une même parcelle (FAO, 2012).

Ces notions présentent des nuances avec l'assolement qui est plutôt la diversité géographique des cultures pendant une saison culturale. La combinaison d'espèces ou de variétés cultivées dans le temps ou l'espace vise à améliorer l'exploitation du profil de sol, à limiter la spécialisation et la diffusion parasitaire (Serpantié, 2009).

2.3. Agriculture de conservation

Cette pratique a été retenue lors du « First World Congress on Conservation Agriculture : A Worldwide Challenge ». Qui s'est déroulé à Madrid du 1-5 octobre 2001, sa définition est la suivante :

- ✓ Absence de retournement profond du sol (travail minimum du sol) et implantation des cultures en semis direct.
- ✓ Couverture permanente du sol (culture de couverture, résidus et mulch). Pour protéger le sol et contribuer à l'élimination des mauvaises herbes.
- ✓ Rotation de cultures diversifiées et associations de culture, qui favorisent les microorganismes du sol et stoppent le développement des organismes nuisibles aux végétaux, des mauvaises herbes et des maladies.
- ✓ L'agriculture de conservation vise à relancer la production agricole en optimisant l'utilisation des ressources agricoles et en aidant à réduire la dégradation généralisées des terres par une gestion intégrée du sol, de

l'eau et des ressources biologiques disponibles, combinée à des apports externes. Le labour mécanique est remplacé par un labour biologique du sol, les micro-organismes du sol, les racines et la faune du sol assumant alors la fonction de labourage et garantissant l'équilibre en éléments nutritifs du sol. La fertilité du sol (éléments nutritifs et eau) est gérée par la gestion de la couverture des sols, la rotation des cultures et la gestion des mauvaises herbes.

2.3.1. Travail du sol

En agriculture, le travail du sol est réalisé par une série de façons culturales à l'aide d'instruments aratoires et destinées à créer dans le sol un milieu favorable au développement des plantes cultivées. Elles peuvent être exécutées avant la mise en place d'une culture, ou pendant son développement. La manière de travailler le sol a un impact à moyen et long terme très important sur sa biodiversité et ses qualités agro-pédologiques (Ponge, 2000).

2.3.1.1. Travail conventionnel (TC)

Le système conventionnel du sol est caractérisé par un labour entre deux cultures, créant un lit de semence avec les opérations de labour secondaire (Aron, 1972). Généralement, la préparation de lit de semence est réalisée en trois étapes :

2.3.1.2. Travail primaire

Le travail primaire est un travail profond avec retournement appelé labour il consiste à découper et retourner une bonde de terre, cette opération se réalise à l'aide du charrue versoir dont il existe plusieurs types de charrues, à socs et à disques.

2.3.1.3. Travail secondaire

Le travail secondaire dénommé reprise de labour ou pseudo labour a pour objectif d'ameublissement du sol sans retournement c'est-à-dire la réduction de la taille des mottes issues du labour. Pour réaliser le travail secondaire on fait appel soit aux outils à disques et à dents ou défaut à des outils animés (cultivateur animé) (Boisgontier, 1995).

2.3.1.4. Préparation du lit de semence

La préparation de lit de semence est la troisième et la dernière étape du travail conventionnel, cette opération dont l'action est superficielle (dit aussi façon

superficielles) est destinée à affiner la préparation de lait de semence. On distingue le hersage et éventuellement le roulage. En général, le hersage est pratiqué avant le semis tandis que le roulage est réalisé avant ou après le semis (Boisnotier, 1995).

2.3.2. Impact de l'agriculture de conservation (AC) sur la qualité des sols

L'AC présente un grand potentiel pour tous les types d'exploitations agricoles et d'environnements agro-écologiques, c'est un moyen de concilier la production agricole, amélioration des conditions de vie et protection de l'environnement.

2.3.2.1. Sur le plan environnemental

- Limitation de l'érosion :

L'érosion est la dégradation de la surface du sol sous l'action de l'eau et de l'air. Il existe plusieurs formes d'érosion : hydrique, éolienne et mécanique. Environ 3 millions d'hectares des terres arables disparaissent progressivement chaque année dans le monde (Benmansour et *al.* 2006).

Les facteurs d'influence des phénomènes d'érosion sont la morphologie du terrain, les propriétés du sol et le climat ainsi qu'une exploitation intensive et imprudente des terres agricoles ou encore par la mauvaise gestion des champs agricoles (Nouira et *al.* 2007). Par contre les techniques de travail du sol peuvent limiter ses influences (Chevrier et Barbier, 2002).

Le taux de recouvrement du sol par les résidus est très élevé en semis direct, ce qui correspond à un effet protecteur important du couvert végétal et donc à une limitation de l'érosion (Chevrier et Barbier, 2002).

Le fait de ne plus travailler le sol et d'implanter une couverture végétale ou d'avoir un mulch permet une meilleure stabilité du sol. En outre la compaction ou le tassement des sols sont d'autant plus limités que la présence de couvert végétal ou de mulch est important (INRA, 2004).

Le travail du sol en semis direct conduit à des taux d'érosion plus faible par rapport au labour conventionnel. Donc cette technique constitue une mesure efficace pour protéger les sols contre l'érosion, réduisant ainsi les charges de sédiments contaminés évacués vers les cours d'eau. (Nouira et *al.* 2007).

3. Microflore du blé

3.1. Les champignons

3.1.1. Flore des champs

Les grains de blé sont contaminés par les microorganismes dans le champ, et cette microflore est dominée par des moisissures (Deàk, 2008).

Les spores des champignons de champ envahissent les grains et croissent dans le champ ou attendent le battage (Dendy et Dobraszczyk, 2000).

Les genres rencontrés sont : *Alternaria* (le plus fréquent), *Fusarium*, *Cladosporium*, *Epicoccum* et *Helminthosporium* (moins fréquent), *Chaetomium*, *Curvularia*, *Rhizopus* et *Stemphylium* (Sauer et al, 1982 ; Zillinsky, 1983).

Cette flore est bien adaptée à des changements rapides des conditions dans le champ. Elle exige des activités en eau relativement élevées pour une croissance optimale (Adams et Moss, 2008).

En fonction des conditions précises, ces champignons peuvent mourir lentement au cours du stockage ou peuvent survivre pendant de longues périodes. La survie est plus longue à basse température et à faible niveaux d'humidité (Roberts, 2005).

- Genre *Alternaria* :

Il est fréquent, même dans le blé cultivé dans les zones arides (Dendy et Dobraszczyk, 2000). Les espèces les plus fréquentes sont : *Alternaria* a *Iternata* est connue par la production des mycotoxines ; *Alternaria Trnuissima* est capable de produire des toxines tel que l'acide *ténuazonique* (Andersen et al, 2002) et *Alternaria Infectoria* cause la décoloration et la dévalorisation du grain mais elle est non toxino-génique (Webley et al, 1997).

- Genre *Fusarium* :

Il comprend les espèces qui ont à la fois des pouvoirs pathogènes et saprophytes. Les espèces rencontrées sont surtout : *Fusarium Culmorum*, *Fusarium Gramiinearum*, *Fusarium Avenaceum*, *Fusarium Poae* (Van Der Burgt et Timmermans, 2009). Les champignons *Fusarium* ont la capacité de produire des mycotoxines. Les deux espèces *Fusarium Culmorum* et *Fusarium Gramiinearum* peuvent causer la pourriture de la tige et la brûlure de l'épi du blé et ces infections de champ peuvent conduire à l'altération post récolte plus importante de ce produit s'il est stocké à une forte activité de l'eau (Adams et Moss, 2008).

3.1.2. Flore intermédiaire

Elle est une catégorie à comportement plus diversifié et regroupe des germes capables d'un développement limité, en début de stockage, en condition particulière et notamment sur grains insuffisamment secs. Les genres les plus rencontrés sont : *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Absidia* et *Mucor* (Godon et Loisel, 1997).

3.1.3. Flore de stockage

Les moisissures des grains de blé stocké sont présentes sous forme de mycélium dormant sous le péricarpe ou spores en dormance sur la surface du grain. Cependant, un certain nombre de moisissures sont superficiellement associées aux grains stockés. Les principaux genres rencontrés sont : *Aspergillus* et *Penicillium* en raison de leurs capacités de se développer sur tous substrats possibles et dans une large gamme de température et d'humidité (Mathew et al, 2011).

- Genre *Aspergillus* :

Que chaque espèce de moisissures de stockage à ces conditions de développement (Christensen et Kaufmann, 1969). Dans le blé stocké, les moisissures du genre *Aspergillus* se multiplient d'autant plus rapidement que la température (jusqu'à 40°C) et l'activité de l'eau sont élevées (Fillet, 2000).

Les espèces d'*Aspergillus* les plus fréquemment observées dans le grain de blé stocké sont surtout : *Aspergillus Niger* et *Aspergillus Fumigatus* (Mathew et al. 2011).

Si le blé est stocké à une teneur d'humidité de 14 à 15% et à une température d'environ 70°C, il sera lentement envahi par d'autres espèces notamment *Aspergillus.Restrictus*. Cette dernière représente l'espèce qui prédomine dans le blé stocké pendant quelques mois si l'humidité est inférieure à 15%.

Au-dessus de 15% d'humidité, d'autres espèces peuvent apparaître telles que : *Aspergillus Repens*, *Aspergillus Amstelodami*, *Aspergillus Ruber* prédominant et conservent leurs prédominances même à des teneurs d'humidité supérieures à 18% (Christensen et Kaufmann, 1969).

- Genre *Penicillium* :

Les moisissures de ce genre sont moins fréquentes avant la récolte mais commencent à croître rapidement pendant le stockage, quand les conditions appropriées sont réunies. Elles se

développent même lorsque la teneur en eau est relativement basse, mais elle doit être au-dessus d'un seuil de 14% environ et d'un taux d'humidité de 75% (Neergaard, 1977 ; Boudreau et Ménard., 1992). Les espèces les plus communes sont essentiellement : *Penicillium Aurantiogriseum*, *Penicillium Cyclopium*, *Penicillium Hordei*, *Penicillium Freii*, *Penicillium Melanoconidium*, *Penicillium Polonicum*, *Penicillium Viridicatum*, *Penicillium Verrucosum*, *Penicillium Crustosum* (Dijksterhuis et Samson, 2007).

3.2. Levures

3.2.1. Flore des champs

Les populations de levures (champignons microscopiques le plus souvent unicellulaires et non pigmentés) dépendent fortement des conditions climatiques au moment de la récolte. Les genres rencontrés sont : *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula*, *Pichia* donnent généralement lieu qu'à de faibles niveaux de contamination, ne dépassant que rarement quelques centaines de germes par gramme de grain. Au contraire, des quantités élevées des levures sont souvent le signe d'une humidité élevée à la récolte et/ou d'un pré- stockage humide avant séchage (Cahagnier, 1996).

3.2.2. Flore de stockage

La levure *Pichia Anomala* est fréquemment trouvée pendant le stockage étanche à l'air du blé. Cette levure est un moyen de lutte contre certains champignons d'altération du blé stocké tels que *Penicillium Roqueforti* et *Aspergillus Candidus*. En outre, le degré d'inhibition des champignons d'altération est lié à la concentration des cellules de cette levure.

L'inhibition est plus prononcée à des températures sous l'optimale pour la croissance et la sporulation du *Penicillium Roqueforti* et *Aspergillus Candidus*, inférieure à 15°C et supérieure à 30°C. La levure *Pichia Anomala* peut pousser entre 3°C et 37°C, à des pH entre 2 et 12,4 et à une activité de l'eau de 0,92), Selon Petersson et Schnürer (1995) ; Druvefors et Schnürer (2004).

3.3. Bactéries

Elles proviennent essentiellement du sol, peuvent être identifiées suivant les critères actuels de la classification (Richard-Molard, 1998). Elles se rangent principalement dans les familles suivantes *Pseudomonadacea* (*Pseudomonas*), *Xanthomonadaceae* (*Xanthomonas*), *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Bacillaceae*, etc. Les grains ne constituent pas un milieu

favorable pour les germes pathogènes ou toxigènes comme *Salmonella*, *Clostridium* ou *Staphylococcus*.

À la récolte, les produits céréaliers sont toujours faiblement contaminés par les Streptomycetaceae, microorganismes que l'on connaît surtout pour leur aptitude à produire des antibiotiques, et dont les principaux représentants sur grains semblent être : *Streptomyces Albus* et *Streptomyces Griseus* (Cahagnier, 1996).

3.4. Algues et protozoaires

Les algues sont considérées comme relativement peu abondantes dans le sol. Mais leur présence est cependant commune. Les algues du sol incluent des espèces coccoïdes ou filamenteuses. Les groupes les plus courants sont des Chlorophyceae. Parmi les microorganismes photosynthétiques du sol, les Cyanobactéries sont dominantes dans les sols neutres et alcalins, alors que les algues sont les plus communes dans les sols acides. Les protozoaires isolés des sols sont variés et se développent dans les zones superficielles humides, au niveau des films d'eau entourant les particules. (Biodégradation du 2'4 dichlorophénol...)

4. Matière organique dans le sol

La matière organique est un ensemble de substances organiques de nature et de propriétés variées (Chamayou et *al.* 1989). Proviennent de l'activité de tous les organismes présents à la surface ou à l'intérieur du sol ainsi que la litière végétale (Davet, 1996). Cette matière organique va suivre la voie de la minéralisation ou de l'humification. L'humus tenant lieu de mise en réserve temporaire ; celui-ci sera à son tour dégradé et minéralisé (Chaussod, 2002).

Les matières organiques des sols sont donc une ressource naturelle qu'une agriculture durable aux plans écologiques et économiques doit considérer et gérer (Chenu, 2007). Les réserves organiques du sol peuvent être considérées comme un capital à entretenir et améliorer, dans le cadre d'une gestion durable des agrosystèmes (Roussel et *al.* 2001). Cependant, la fertilité des sols dépend principalement de la quantité et la qualité des matières organiques transformées par des organismes décomposeurs. L'efficacité de ces derniers peut être caractérisée par le taux de transformation de la matière organique,

dépendant des facteurs du milieu tels que la température, l'humidité et des caractéristiques de la matière à décomposer. Les populations d'invertébrés jouent un rôle primordial dans la transformation des matières (Francis et *al.* 2003).

4.1. Propriétés biologiques du sol

La qualité biologique des sols fait référence à l'abondance, la diversité et l'activité des organismes vivants qui ont un rôle important dans la décomposition des résidus animaux et végétaux, dans la transformation et le stockage des nutriments et les échanges gazeux et hydriques. Ils participent à la formation et à la stabilisation structurale du sol, ainsi qu'à la synthèse des composés humiques (Chaussod, 1996).

Les travaux de Naeem et *al.* (1994), montrent que la diminution de la biodiversité d'un écosystème engendre la réduction de certains processus écologiques. Ils précisent que les écosystèmes les plus diversifiés sont aussi les plus productifs. Ces discussions sont appuyées par Copley(2000), qui estime que le fonctionnement des écosystèmes terrestres dépend fortement de leur biodiversité.

Les indicateurs biologiques peuvent être définis comme des organismes qui répondent à un stress par leur présence ou leur absence, par les modifications de certaines caractéristiques ou activités particulières, ou par une bioaccumulation de certains contaminants (Eijsackers, 1982).

Cependant, Weigand et *al.*(1995),ont montré que la biomasse bactérienne est un indicateur sensible d'une diminution à long terme des teneurs en matière organique résultante par exemple d'intensification de certaines pratiques agricoles ou d'une perturbation d'un écosystème naturel. En effet, la biologie du sol a une fonction essentielle de dégradation et de recyclage des matières organiques.

4.2. Les fonctions vitales du sol

Le sol est un patrimoine pour toute la planète, qu'il convient de protéger et de conserver en raison de ses fonctions par rapport à la vie et à la santé de l'Homme. On connaît depuis longtemps le sol pour son rôle dans la production agricole. Mais on ignore encore trop souvent les fonctions du sol qui sont vitales pour l'humanité : source de matière première extractive, habitat biologique et réserve génétique, filtre et tampon, paysage...

Par rapport à la vie en général et plus particulièrement par rapport aux besoins et à la santé de l'Homme, le sol assure quatre fonctions essentielles.

4.3. Des fonctions biologiques

Le sol abrite de très nombreuses espèces animales et végétales. Les organismes du sol appartiennent d'une part à tous les groupes connus des micro-organismes (Bactéries et en particulier Actinobactéries, Champignons, algues, protozoaires et virus) et d'autre part à certains groupes d'Animaux, surtout des Nématodes et des Annélides, des Arthropodes, en particulier des Insectes, voire de petits Mammifères.

4.4. Les horizons

Les horizons sont des volumes pédologiques apparaissant en couches plus ou moins parallèles à la surface du sol (Photo 1), mais pas toujours, d'une épaisseur qui va de quelques centimètres à quelques décimètres. La relative homogénéité morphologique de ces couches correspond à une certaine homogénéité de constitution et de structure. Latéralement l'extension d'un horizon est très variable : du mètre... jusqu'à plusieurs kilomètres ; il n'est cependant jamais infini.



FIGURE 3 les horizons.

Dans une première approche, les horizons peuvent être répartis en quatre grands ensembles de la surface du sol vers la profondeur :

- Les horizons organiques, composés essentiellement de débris végétaux plus ou moins transformés, mais encore reconnaissables à la surface du sol.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

- Les horizons organo-minéraux, généralement appelés horizons A où les constituants minéraux très largement majoritaires sont mélangés à la matière organique humifiée sus-jacente.
- Les horizons minéraux où s'observent les processus de réorganisation de l'assemblage des constituants et l'altération géochimique de ces constituants et/ou de départ ou au contraire d'accumulation d'éléments (argiles, fer, aluminium...) (ce sont les horizons B ou E).
- Enfin les horizons C qui correspondent à la roche sous-jacente, plus ou moins altérée ou désagrégée.

Mais les horizons sont avant tout le résultat de l'histoire du sol, c'est-à-dire de la pédogenèse ou l'ensemble des transformations et des déplacements des constituants minéraux organiques au cours du temps. Durant toute l'histoire du sol, les transformations subies par les matériaux et les déplacements des constituants contribuent à la différenciation des horizons. Chaque type de pédogenèse est à l'origine d'horizons bien particuliers que le pédologue appelle horizons diagnostiques, c'est-à-dire ayant des propriétés de référence destinées à qualifier le type de sol selon son évolution.

4.5. La différente catégorie de la matière organique

Elle se répartit en trois groupes :

- Les Matières Organiques Vivantes (MOV), animale, végétale, fongique et microbienne, englobent la totalité de la biomasse en activité (racines, vers de terres, microflore du sol...)
- Les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats), animale (déjections, cadavres), fongique et microbienne (cadavres, exsudats) appelés «Matières Organiques fraîches ». Associés aux composés organiques intermédiaires issus de l'activité de la biomasse microbienne, appelés produits transitoires (évolution de la matière organique fraîche), elles composent les MO facilement décomposables.
- Les composés organiques stabilisés : « Matière Organique stable », les matières humiques ou humus, provenant de l'évolution des matières précédentes. La partie humus représente 70 à 90 % du total.

4.6. Les microorganismes dans les processus du sol

Il existe plus d'organismes dans une cuiller à soupe de terre saine qu'il y a de personnes sur la Terre. Les organismes du sol sont une partie intégrante de celui-ci. Ils contribuent considérablement à la fertilité et à la structure du sol ; virtuellement la totalité de la terre végétale est passée par l'intestin de microorganismes ou de macroorganismes (Tableau 1).

Les microorganismes sont notamment les champignons, les bactéries, les actinomycètes et les algues. Ces animaux microscopiques et microbes jouent un rôle important dans les processus du sol (Tableau 2).

Tableau 1 : Importance des Microorganismes.

Microorganisme	Importance
Champignons	<ul style="list-style-type: none"> • Après les racines, ils constituent la plus forte proportion de matières vivantes dans le sol. • Ils aident à rendre les éléments nutritifs du sol assimilables par les plantes. • Ils jouent un rôle important dans la décomposition de la matière organique. • Ils sont facilement détruits et tués par un travail intensif du sol.
Bactéries	<ul style="list-style-type: none"> • Elles sont importantes pour qu'un sol soit fertile et de bonne qualité ; • Les bactéries fixatrices d'azote sont une partie importante du cycle de l'azote du sol ; elles sont associées à diverses plantes, notamment le soya, les pois, le trèfle et la luzerne.
Actinomycètes	<ul style="list-style-type: none"> • Ils décomposent la matière organique ;

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

	<ul style="list-style-type: none"> • Ils sont abondants dans les sols se ressuyant rapidement et à pH faible.
Algues	<ul style="list-style-type: none"> • Elles décomposent la matière organique ; • Elles poussent couramment dans les sols mal drainés.

Les macroorganismes sont notamment les protozoaires, les nématodes, les vers de terre, les arthropodes (insectes, araignées) et les rongeurs.

Tableau 2 : Importance des Macroorganismes.

Macroorganismes	Importance
Arthropodes (exemples : acariens, araignées, insectes)	<ul style="list-style-type: none"> • Se nourrissent des bactéries et des champignons ou décomposent la matière végétale ; • Aident à accélérer la décomposition microbienne
Vers de terre	<ul style="list-style-type: none"> • Creusent de vastes tunnels créant des macropores et mélangeant le sol ; • Réduisent la densité globale du sol ; • Augmentent l'infiltration d'air et d'eau ; • Améliorent la structure du sol ; • Augmentent le réservoir de matières nutritives du sol.
Rongeurs (exemples : souris, marmottes, tamias/suisses)	<ul style="list-style-type: none"> • Font passer la matière organique par leur intestin et ensuite le tunnel et nourrissent ainsi le sol ;

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

	<ul style="list-style-type: none">• Déposent des boulettes fécales riches en matières nutritives, par exemple, azote, phosphore et potassium.
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Les animaux et les microbes ne sont pas distribués de façon égale dans le sol. Les populations décroissent rapidement, à peine à quelques centimètres sous la surface du sol. Un travail intensif du sol peut avoir de graves répercussions sur ces populations dans les premiers 20 cm du sol.

4.7. Indices physico-chimiques de la qualité des sols

Les indices physico-chimiques sont la texture, la quantité de matière organique et le pH qui sont les principales propriétés physico-chimiques intégratives de la qualité des sols.

L'étude de la texture des sols consiste en une analyse granulométrique : analyse consistant à classer les éléments du sol d'après leur grosseur et à déterminer le pourcentage de chaque fraction.

La matière organique joue un rôle fondamental dans le maintien du sol vivant à long terme. Un taux de matière organique élevé favorise le développement des micro-organismes et de la faune des sols. Ce sont ces mêmes micro-organismes qui mettent ensuite les éléments minéraux à disposition des plantes grâce à la minéralisation de cette matière organique. Les Caractéristiques des matières organiques et leur contenu dans les sols doivent donc être considérés comme des critères indispensables au diagnostic en matière de fertilité.

Le pH du sol est un indicateur des conditions physico-chimiques de la solution du sol. Il exerce un effet direct sur l'activité microbienne (ITAB, 2002) du sol ainsi que sur la biodisponibilité des nutriments, à travers des phénomènes de solubilisation et d'insolubilisations propres à chaque élément. En particulier, un pH acide peut bloquer la disponibilité d'éléments minéraux tels que le phosphore (Boyer, 1982).

4.8. Indices biologiques de la qualité des sols

Sachant que le cycle biogéochimique des nutriments du sol est en grande partie le fait de microorganismes en interrelations avec leur environnement et le rôle fondamental qu'ils jouent dans le fonctionnement du sol (Nannipieri et *al.* 2003), ceux-ci sont très largement utilisés comme bio-indicateurs. En effet, ils remplissent les critères nécessaires à l'élaboration d'un indicateur efficace (facilites de mesure, sensibilité au stress, robustesse d'après Dale et *al.* (2001).

Le grand nombre de fonctions fait qu'elles ne peuvent pas être prises en compte de manière exhaustive. Il est donc nécessaire de choisir des activités microbiennes qui rendent compte du fonctionnement global du sol. Ces activités doivent être choisies selon trois types de critères: l'importance écologique des flux générés se rapportant aux deux plus importants cycles des éléments qui sont le carbone et l'azote, la représentativité par rapport à l'ensemble de la communauté microbienne du sol et l'accessibilité technique à la mesure des activités choisies à savoir, la respiration et la dénitrification.

Ceci, revient à évaluer les capacités enzymatiques des microorganismes présents dans le sol au moment du prélèvement (Lensi et *al.* 1985), la respiration microbienne du sol concerne l'ensemble des micro-organismes dans leur diversité et abondance. Elle nous renseigne sur la capacité de la communauté microbienne hétérotrophe du sol à dégrader la matière organique. Elle peut aussi être considérée comme un indicateur de la biomasse microbienne totale active du sol et donc de sa capacité biotique (Fig. 4)

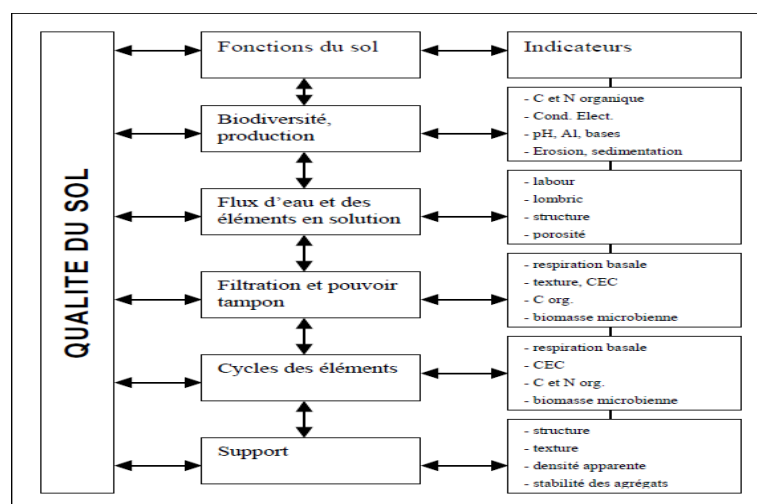


FIGURE 4 Concept de la qualité des sols utilisant des indicateurs en relation avec les fonctions du sol (Mausbah et Tugel, 1997).

4.9. Importance de la matière organique

Le sol contient un faible pourcentage massique de matière organique, généralement compris entre 1 et 5%.

Cette petite quantité de matière organique, dont le carbone organique constitue à peu près la moitié, est très importante pour le fonctionnement du sol et de l'écosystème tout entier. En effet, la matière organique du sol joue de multiples rôles dans les processus écologiques :

- C'est le substrat de base pour le réseau trophique détritifique : les microorganismes saprophytes (composés de bactéries, d'archées et de champignons) et de nombreux organismes de la faune du sol, dont les ingénieurs du sol, se nourrissent en métabolisant les composés organiques des litières et du sol. Ces organismes saprophages servent alors de substrat pour divers organismes prédateurs et omnivores.
- C'est un réservoir d'éléments nutritifs, qui grâce à la minéralisation peuvent être libérés et rendus disponibles pour l'absorption par les plantes ou d'autres organismes du sol.
- La matière organique retient à sa surface des cations et anions adsorbés. Elle a une capacité d'échange cationique très élevée : $\sim 200 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ contre $\sim 30 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ pour une argile de type illite. Ainsi, la teneur en matière organique du sol a une forte influence sur la capacité de ce sol à retenir et restituer les éléments nutritifs, en les protégeant de la lixiviation
- Les matières organiques contribuent à la structuration du sol. Certains composés produits par les organismes du sol, comme les polysaccharides, jouent un rôle de glu entre les particules minérales, contribuant ainsi à l'agrégation. Les MO stabilisées sont des matières colloïdales, qui participent à la formation du complexe argilo-humique grâce à leurs charges surfaciques. Cette liaison intime entre matière organique et argiles contribue également à la formation d'agrégats stables et donc de macroporosité, synonymes d'une structure favorable au bon enracinement et fonctionnement racinaire des plantes, ainsi qu'à la bonne infiltration et au drainage de l'eau.
- La matière organique a une très forte capacité de rétention d'eau et permet donc d'augmenter la réserve utile du sol.
- La matière organique colore le sol qui devient plus sombre en sa présence. Le sol absorbe alors davantage de rayonnement solaire et il s'échauffe plus. Son bilan énergétique est donc lié à sa teneur en matière organique, entre autres facteurs.

5. Les interactions entre bactéries/champignons

Les bactéries et les champignons sont les acteurs principaux de la dégradation de la matière organique du sol et constituent la base vivante des chaînes trophiques du sol (Bardgett, 2005). Il existe donc un recouvrement entre les niches bactériennes et fongiques. En conséquence, ces deux taxons se mènent une « guerre froide », où la diminution de la croissance de l'un entraîne une augmentation de la croissance de l'autre (de Boer et al. 2005 ; Rousk et al. 2008). Cette compétition s'effectue principalement par la production respective d'antibiotiques ou d'inhibiteurs de croissance (phénomènes appelés Fongistase et Bactériostase), qui peuvent interférer avec la synthèse de la paroi cellulaire ou de protéines ou encore affecter l'intégrité de la membrane cellulaire ou le métabolisme de l'acide nucléique (Van Elsas et al. 2007).

Notons que ces phénomènes de compétition sont impliqués dans la spécialisation aux niches écologiques chez des populations de *Pseudomonas fluorescens*, et ont donc un effet potentiellement positif sur la diversité microbienne des sols. (Rainey et al. 2005).

Parallèlement, les micro-organismes du sol peuvent entretenir des relations positives et plus ou moins obligatoires. Par exemple, les phénomènes de facilitation sont courants et se retrouvent typiquement dans les relations trophiques. Cette facilitation s'opère lorsqu'un taxon modifie le milieu de façon avantageuse pour d'autres sans pour autant affecter sa propre fitness. Dans ce contexte, la dégradation de la matière organique résulte d'une coopération métabolique entre les populations microbiennes, où certaines d'entre elles sont capables de métaboliser un composé dont les métabolites peuvent être utilisés par cette même population d'autres. Ce type d'interaction est courant entre bactéries et champignons puisque ce et/ou par son ces derniers qui sont principalement impliqués dans la dégradation de substrats complexes tels que les lignocellulosiques. (De Boer et al. 2005). En outre, des études ont montré des cas de stimulation de la germination de spores fongiques par certaines bactéries.

Parmi les différents mécanismes impliqués, citons l'activité chytinolytique de bactéries dégradant la paroi de la spore fongique (De Boer et al. 2005). Aussi que, certaines populations microbiennes entretiennent des relations obligatoires dont les deux protagonistes tirent bénéfice. Par exemple, l'un des facteurs de virulence du champignon pathogène du riz, *Rhizopus Microsporus*, provient des bactéries qu'il abrite (Partida-Martinez et al. 2007) et peut causer même des infections nosocomiales. De même, de nombreux champignons

Mycorhiziens Arbusculaires abritent des endosymbiontes bactériens du genre *Burkholderia* possédant des gènes codant pour la nitrogénase, enzyme responsable de la fixation de l'azote atmosphérique. Cette symbiose consisterait en un échange d'éléments azotés fournis par la bactérie contre un apport de phosphore provenant du champignon (Minerdi et al. 2002). En fin, les microorganismes sont présents dans tous les milieux et vivent le plus souvent en communautés. Au sein de celles-ci, ils communiquent entre eux en utilisant des molécules spécialisées appelées métabolites. Dans un article paru en 2009, des chercheurs ont étudié le mécanisme des interactions entre des bactéries et un champignon pour comprendre comment elles pouvaient se dérouler. Pour cela, ils ont réalisé des Co-cultures entre 58 bactéries et un champignon, c'est-à-dire qu'ils ont fait pousser une espèce de bactérie et le champignon sur un même milieu nutritif, en parallèle pour 58 espèces de bactéries différentes. Sur ces 58 modèles testés, ils sont parvenus à montrer que l'interaction entre une bactérie et un champignon parvient à augmenter l'expression de certains gènes codant pour la production, chez ce dernier, de métabolites spécialisés. Ensuite, ils sont parvenus à isoler quatre tuer des microbes : des antimicrobiens. Molécules connues pour Les interactions bactérie/champignon jouent également un rôle écologique très important dans les écosystèmes et les molécules qu'elles induisent pourraient devenir essentielles pour la santé humaine.

6. À quoi sert la fertilisation ?

Dans un cycle normal de la vie végétale sans récolte, une plante pousse en puisant ses ressources dans les sols, vit puis fane en restituant ces éléments nutritifs au même endroit. Dans le cas de sols cultivés, la chaîne de vie est perturbée : le végétal récolté, ne mourant pas sur place, ne restitue pas les éléments indispensables au cycle naturel. Ainsi, pour pouvoir cultiver la terre de manière durable en limitant les rotations de jachères, l'agriculture a dû s'organiser à travers les siècles pour compenser cet appauvrissement de la terre. La fertilisation par l'homme s'est imposée et s'est améliorée au fil des siècles puis des ans, par l'apparition de différentes méthodes et de différents produits ou engrais. La fertilisation moderne est destinée à améliorer la qualité et la quantité des rendements, tout en fortifiant les végétaux concernés.

6.1. Les types de fertilisants

Il existe deux grandes familles de fertilisants, qui comptent elles-mêmes des sous catégories. Les amendements organiques améliorent les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Quant aux engrais, qu'ils soient minéraux, organiques ou organo-minéraux, ils s'attachent à

la croissance et à la robustesse des plantes. L'amendement fertilise en enrichissant le sol, l'engrais se concentre sur l'apport de nutriments pour le végétal. A noter que le compost et les fumiers ont le double effet d'engrais et d'amendement.

6.2. L'engrais

Il existe donc deux grandes catégories d'engrais, les engrais minéraux, principalement chimiques et les engrais organiques. Ils ont pour objectif d'accompagner la plante dans son développement, de la rendre plus résistante, pour in fine accroître la quantité de produits récoltés. Les engrais minéraux sont fabriqués par réactions chimiques pour les engrais azotés et sur base de produits extraits de gisements pour les engrais phosphorés et potassés. Ces engrais peuvent être simples ou composées, acceptant diverses associations, et notamment l'azote, le phosphore, et la potasse (engrais NPK). L'avantage de ces engrais minéraux est leur facilité d'application, par épandage et leur rapport qualité prix. Leur défaut principal est la pollution des sols et des nappes phréatiques lors d'utilisation massives. Il existe également des engrais organiques, issues de végétaux ou d'animaux. Les plus connus sont les purins et fumiers, les poudres d'algues ou d'os, diverses. Ils sont souvent connotés biologiques, même s'il faut faire attention à leur provenance. Un peu moins efficace et plus chers que les engrais chimiques, ils sont moins nocifs pour l'environnement.

6.3. L'amendement organique

Les amendements qui peuvent être également minéraux ou organiques, s'attachent à maintenir l'équilibre des richesses du sol, pour que celui-ci reste le meilleur support possible aux cultures. Les sols seront ainsi plus faciles à travailler, mieux aérer et mieux drainer. Pour se faire, les produits ajoutés au sol auront vocation notamment à former l'humus pour favoriser la rétention d'eau (compost), à modifier une acidité qui serait trop importante (carbonates de calcium et de magnésium), ou encore à réduire les taux de sodium (gypse). Les techniques d'application des amendements sont le chaulage ou le marnage. Les amendements organiques sont priorisés dans l'agriculture biologique pour leur respect de leur environnement.

6. Une contribution à la réduction de l'effet de serre

Il est aujourd'hui largement admis que l'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre contribue au processus de réchauffement climatique. L'agriculture serait responsable de 30% des émissions des gaz à effet de serre dans le monde, dont 25% des émissions de CO₂ et 70% des émissions de NO₂ (FAO, 2001).

Les systèmes agricoles basés sur le maintien d'un couvert végétal et le non labour du sol stockent plus de carbone, comparé aux quantités que les systèmes utilisant le labour à la charrue.

Pendant les premières années de mise en œuvre de l'AC, l'accumulation de la matière organique du sol augmente en raison de la décomposition des racines, et des résidus de cultures qui restent à la surface du sol. La décomposition de la matière organique est lente, et une bonne partie est incorporée dans le profil du sol, conséquemment la libération du carbone dans l'atmosphère est ralentie. Dans le bilan global, le carbone est piégé dans le sol (Chevrier et *al.* 2002).

L'AC est dite une « agriculture de carbone ». Elle présente un grand intérêt pour la réduction des émissions des gaz à effets de serre grâce : au stockage du carbone dans la matière organique, à la réduction de l'érosion, à la réduction de la consommation des carburants et à terme, un recours limité à la fertilisation azotée. Son intérêt pour la prévention des effets désastreux du réchauffement climatique est avéré (FAO, 2007).

MATERIELS ET METHODES



L'étude expérimentale est réalisée au laboratoire du département de biologie et d'écologie végétale de l'Université des Frères Mentouri-Constantine 1, dans le but de mener une étude microbiologique visant à identifier et dénombrer les champignons présents dans les sols destinés à la production du blé dur, (*Triticum durum* L.).

1. Lieu d'expérimentation

Nous avons réalisé cette expérience dans la région de Constantine, qui est divisée en trois zones Nord, Centre et Sud, en raison des différences climatiques.

a) Région nord

Parcelle DEBAH à Bni Hmiden, où la fertilisation chimique (Urée, NPK) et les pesticides sont utilisés. Parcelle BENCHIKH LEFGOUN à Massoud Boujriou, qui repose sur le fait de laisser les chaumes de blé dans le sol avec un arrosage.

b) Région du centre

Parcelle LEBSIR 01 à Ain Smara, où la fertilisation chimique et l'arrosage sont utilisés. Parcelle AZIZI à Ain Smara, où la fertilisation chimique est utilisée. Parcelle LEBSR 02 à Ain Smara, qui utilise une fertilisation organique à base de déchets de poulets.

c) Région du sud

Parcelle DJOUABLIYA à Guetar Elaich, qui utilise une fertilisation organique à base de résidus de bovins. Parcelle ZAATAT à El Khroub, où la fertilisation chimique est utilisée avec un arrosage. Parcelle BOUROUAGUE aux 4 chemins, La nouvelle ville, qui utilise la fertilisation avec NPK. Présentation des parcelles : Nous avons répartie 8 parcelles dans ces 3 zones situées à Constantine (Figure 5).

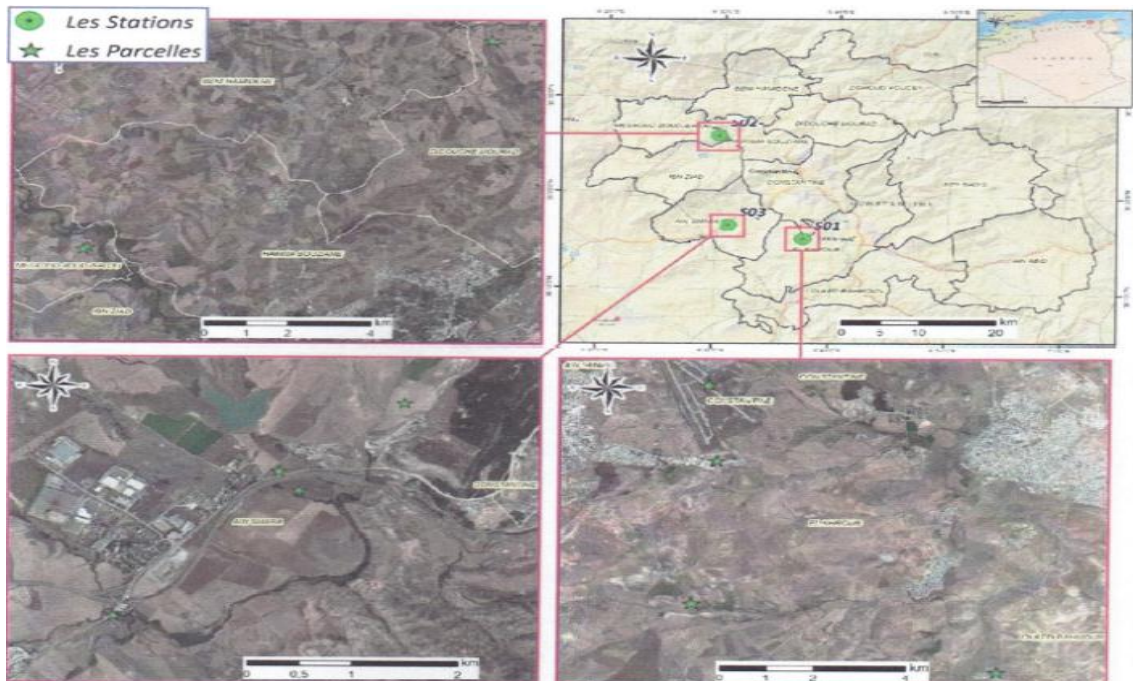


FIGURE 5 Stations et parcelles en vue par Google Earth.

2. Protocol expérimental

2.1. Prélèvement des échantillons

Les échantillons de sol sont prélevés à partir de milieux traités avec de la matière organique, puis ils sont placés dans des sachets stériles. Ensuite, nous les conservons au réfrigérateur afin de réduire l'activité des populations microbiennes.

2.2. Solution mère

Dans des tubes à essai, nous avons dilué 1 g de sol dans 9 ml d'eau physiologique, puis nous les avons tous agités sur le vortex pour assurer l'homogénéisation.

2.3. Dilution décimales

Après avoir préparé les solutions mères à partir de chaque prélèvement et dans un milieu stérile, nous avons réalisé une série de dilutions jusqu'à atteindre une dilution de (10^{-5}) à partir de chaque solution mère. Ces dilutions nous permettront d'obtenir des résultats clairs et quantifiables (Figure 6).



FIGURE 6 Solutions mères des échantillons étudiés.

2.4. Milieu de culture

Nous avons utilisé la solution PDA (Potato Dextrose Agar), spécifique à la culture des champignons (Figure 7).



FIGURE 7 (PDA) Pour la culture des champignons.

2.5. Manipulation

Nous avons utilisé deux dilutions (10^{-4}) Et (10^{-5}) avec 3 répétitions pour chacune d'entre elles, dans des boîtes de Pétri. Ensuite, nous avons ajouté du PDA dans les 1000 boîtes contenant les solutions, en inclinant les boîtes pour répartir uniformément le liquide sur toute la surface. Par la suite, nous avons laissé ces milieux refroidir jusqu'à leur solidification et les avons fermés

MATERIELS ET METHODES

hermétiquement avec du film Para film. À ce stade, toutes les boîtes de culture ont été placées dans une étuve maintenue à une température de 30°C pendant 20 jours.



FIGURE 8 Boites de pétris dans une étuve

*RESULTATS ET
DISCUSSION*

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats de l'expérience

Au cours de la lecture macroscopique de nos échantillons (boîte de pétri) et le dénombrement on a identifié cinq espèces fongiques sont l'*Aspergillus sp.*, *Aspergillus niger.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Alternaria sp.* interpréter dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résultats d'identification et de dénombrement des espèces avec pourcentages des colonies.

Parcelles	Espèces	Nombre de colonies	% des colonies
Région Nord			
DEBAH	<i>Aspergillus sp.</i>	8	40%
	<i>Aspergillus niger.</i>	3	15%
	<i>Fusarium sp.</i>	7	35%
	<i>Penicillium sp.</i>	2	10%
	<i>Alternaria sp.</i>	0	0%
Total par Parcelle		20	100%
BENCHIKH LEFGOUN	<i>Aspergillus sp.</i>	9	30%
	<i>Aspergillus niger.</i>	0	0%
	<i>Fusarium sp.</i>	15	50%
	<i>Penicillium sp.</i>	3	10%
	<i>Alternaria sp.</i>	3	10%
Total par Parcelle		30	100%
Par Région			
Région nord	<i>Aspergillus sp.</i>	17	34%
	<i>Aspergillus niger.</i>	3	6%
	<i>Fusarium sp.</i>	22	44%
	<i>Penicillium sp.</i>	5	10%
	<i>Alternaria sp.</i>	3	6%
Total par région		50	100%
Région Centre			

RESULTATS ET DISCUSSION

AZIZI	<i>Aspergillus sp.</i>	7	9%
	<i>Aspergillus niger.</i>	2	3%
	<i>Fusarium sp.</i>	51	66%
	<i>Penicillium sp.</i>	17	22%
	<i>Alternaria sp.</i>	0	0%
Total par Parcelle		77	100%
LEBSIR 01	<i>Aspergillus sp.</i>	3	9%
	<i>Aspergillus niger.</i>	11	32%
	<i>Fusarium sp.</i>	14	41%
	<i>Penicillium sp.</i>	6	18%
	<i>Alternaria sp.</i>	0	0%
Total par Parcelle		34	100%
LEBSIR 02	<i>Aspergillus sp.</i>	6	8%
	<i>Aspergillus niger.</i>	0	0%
	<i>Fusarium sp.</i>	22	31%
	<i>Penicillium sp.</i>	35	49%
	<i>Alternaria sp.</i>	8	12%
Total par Parcelle		71	100%
Par Région			
Région centre	<i>Aspergillus sp.</i>	16	9%
	<i>Aspergillus niger.</i>	13	7%
	<i>Fusarium sp.</i>	87	48%
	<i>Penicillium sp.</i>	58	32%
	<i>Alternaria sp.</i>	8	4%
Total par région		182	100%
Région Sud			
DJOUABLYA	<i>Aspergillus sp.</i>	27	19%
	<i>Aspergillus niger.</i>	0	0%

RESULTATS ET DISCUSSION

	<i>Fusarium sp.</i>	15	17%
	<i>Penicillium sp.</i>	53	60%
	<i>Alternaria sp.</i>	3	4%
Total par Parcelle		88	100%
ZAATAT	<i>Aspergillus sp.</i>	119	80%
	<i>Aspergillus niger.</i>	7	5%
	<i>Fusarium sp.</i>	10	7%
	<i>Penicillium sp.</i>	10	7%
	<i>Alternaria sp.</i>	1	1%
Total par Parcelle		147	100%
BOUROUAGUE	<i>Aspergillus sp.</i>	79	69%
	<i>Aspergillus niger.</i>	4	3%
	<i>Fusarium sp.</i>	16	14%
	<i>Penicillium sp.</i>	10	9%
	<i>Alternaria sp.</i>	6	5%
Total par Parcelle		115	100%
Par Région			
Région sud	<i>Aspergillus sp.</i>	215	61%
	<i>Aspergillus niger.</i>	11	3%
	<i>Fusarium sp.</i>	41	12%
	<i>Penicillium sp.</i>	73	21%
	<i>Alternaria sp.</i>	10	3%
Total par région		350	
Total			
Région de Constantine (La totalité)	<i>Aspergillus sp.</i>	248	43%
	<i>Aspergillus niger.</i>	27	5%
	<i>Fusarium sp.</i>	150	25%
	<i>Penicillium sp.</i>	136	23%

RESULTATS ET DISCUSSION

	<i>Alternaria sp.</i>	21	4%
Total des parcelles		582	100%

2. Interprétation par région

2.1.Région de Constantine

Nous avons remarqué que la souche dominante est *l'Aspergillus sp.*, dans la région de Constantine, avec 248 colonies ce qui représente 43% du nombre total des colonies, par ailleurs *L'Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 21 colonies ce qui représente environ 4% du nombre total (Figure 9).

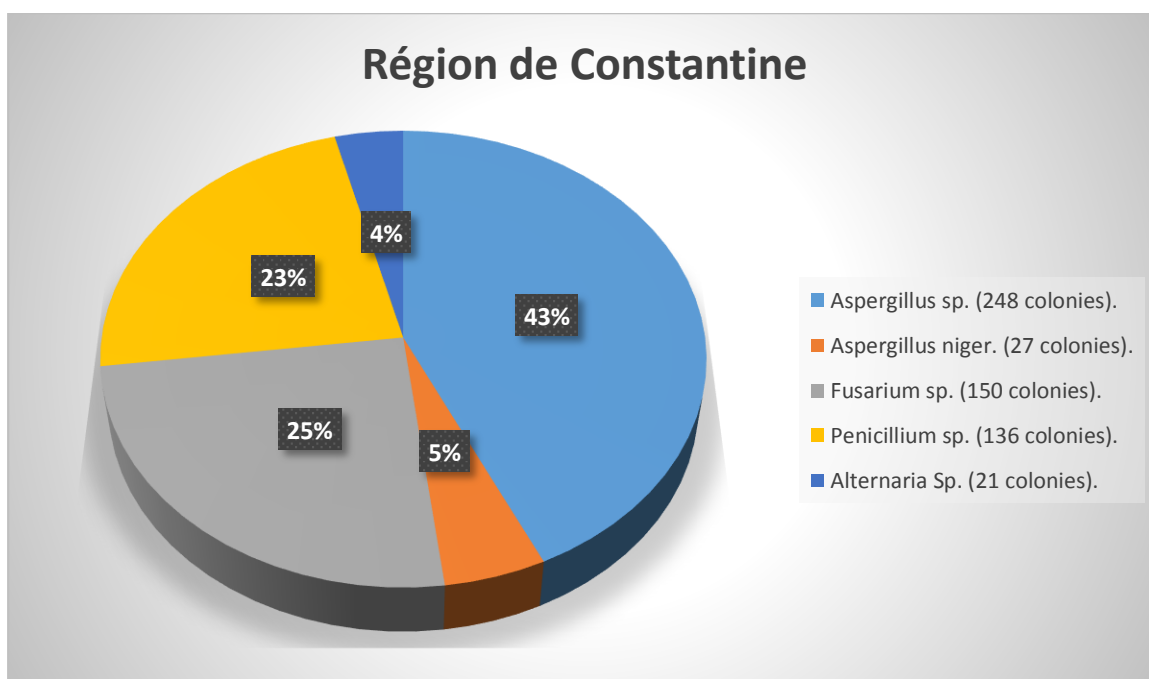


Figure 9 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la région de Constantine.

2.2.Région nord

Nous avons remarqué que dans la région du nord, la souche dominante est le *Fusarium sp.*, avec 22 colonies, ce qui représente 44% du nombre total de toutes les colonies, et

L'*Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 3 colonies ce qui représente 6% du nombre total des colonies dans la région du nord (Figure 10).

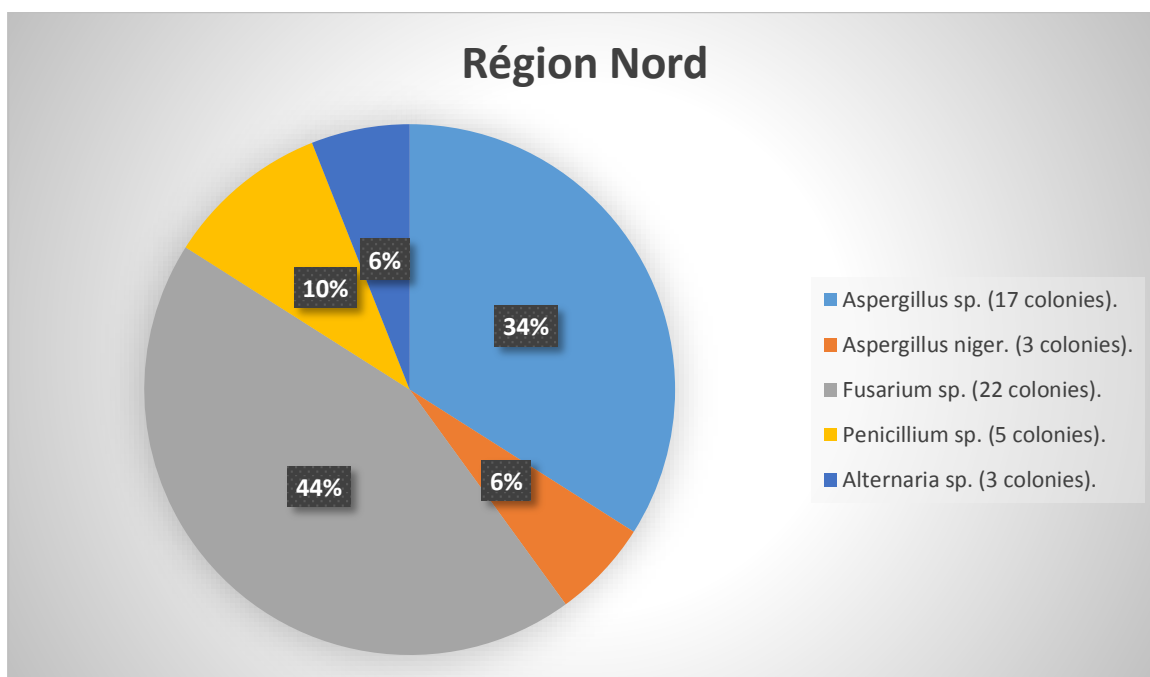


Figure 10 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la région Nord.

2.2.1. Investisseur agricole DEBAH

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (DEBAH), la souche dominante est l'*Aspergillus sp.*, avec 8 colonies, ce qui représente 40%, pour le *Penicillium sp.*, est la souche la moins présente avec 2 colonies ce qui représente 10% du nombre total des colonies, l'*Alternaria sp.*, est indisponible (Figures 11, 12, 13).

RESULTATS ET DISCUSSION

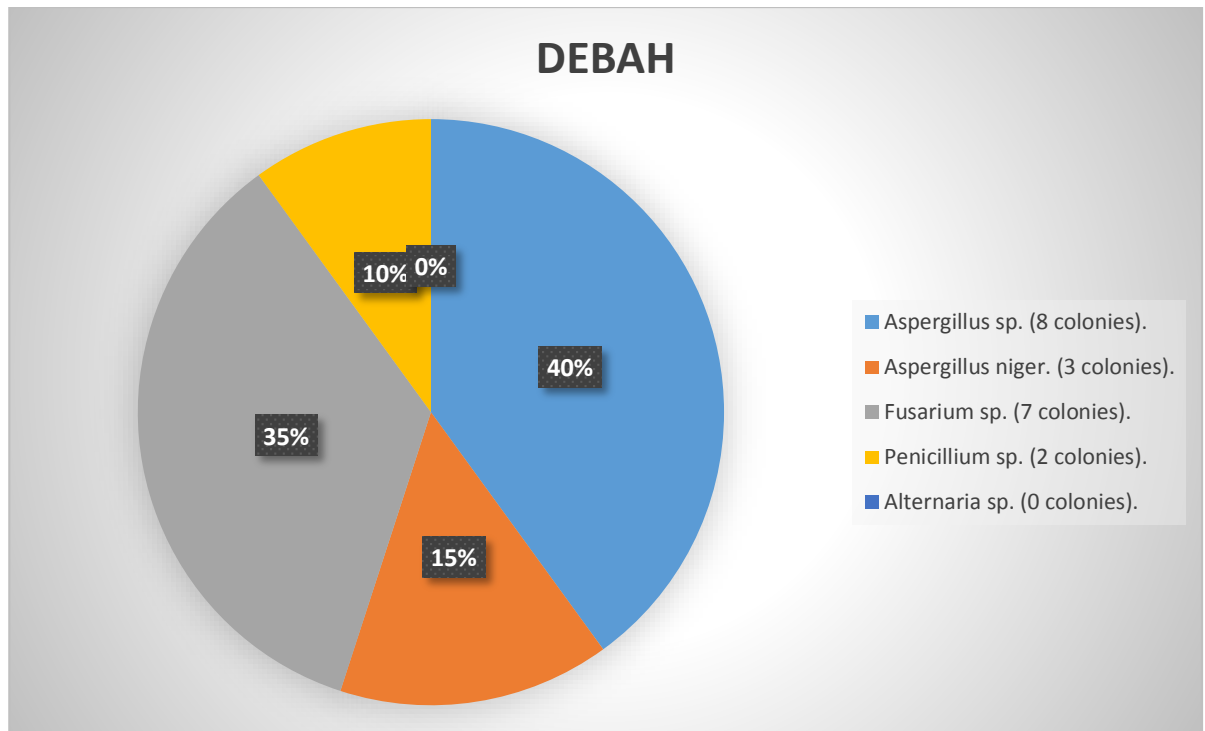


Figure 11 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de DEBAH.



Figure 12 Aspect macroscopique du *Fusarium sp.*



Figure 13 Aspects macroscopiques d'*Aspergillus sp.*.

2.2.2. Investisseur agricole BENCHIKH LEFGOUN

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (BENCHIKH LEFGOUN), la souche dominante est le *Fusarium sp.*, avec 15 colonies, ce qui représente 50% du nombre total de toutes les colonies, et pour l'*Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 3 colonies ce qui représente 10% du nombre total des colonies. *L'Aspergillus niger.*, est indisponible dans cette parcelle (Figures 14 ; 15, 16).

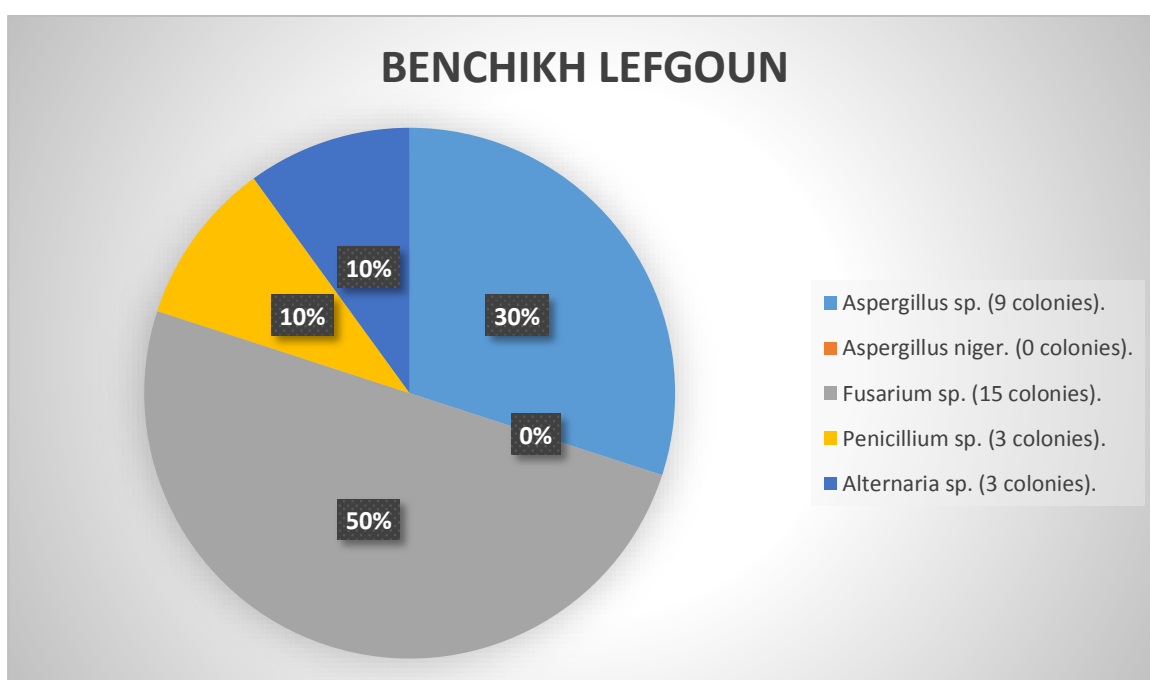


Figure 14 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de BENCHIKH LEFGOUN.



Figure 15 Aspect macroscopique d'*Alternaria sp.* et du *Fusarium sp.*

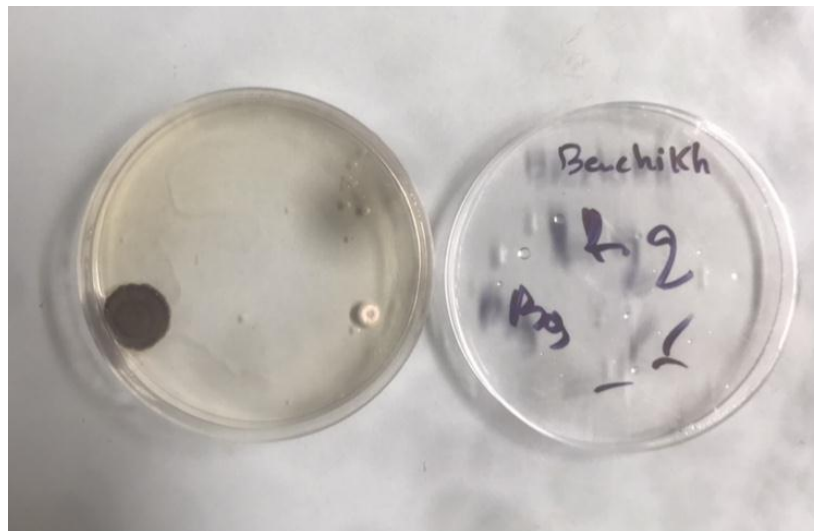


Figure 16 Aspect macroscopique d'*Aspergillus sp.* et du *Fusarium sp.*

2.3.Région centre

Nous avons remarqué que la souche dominante dans la région du nord est le *Fusarium sp.*, avec 87 colonies, représentant 47 % du nombre total de toutes les colonies, ainsi que pour l'*Alternaria sp.*, la souche la moins présente avec 8 colonies ce qui représente 5% du nombre total des colonies dans la région du centre (Figure 17).

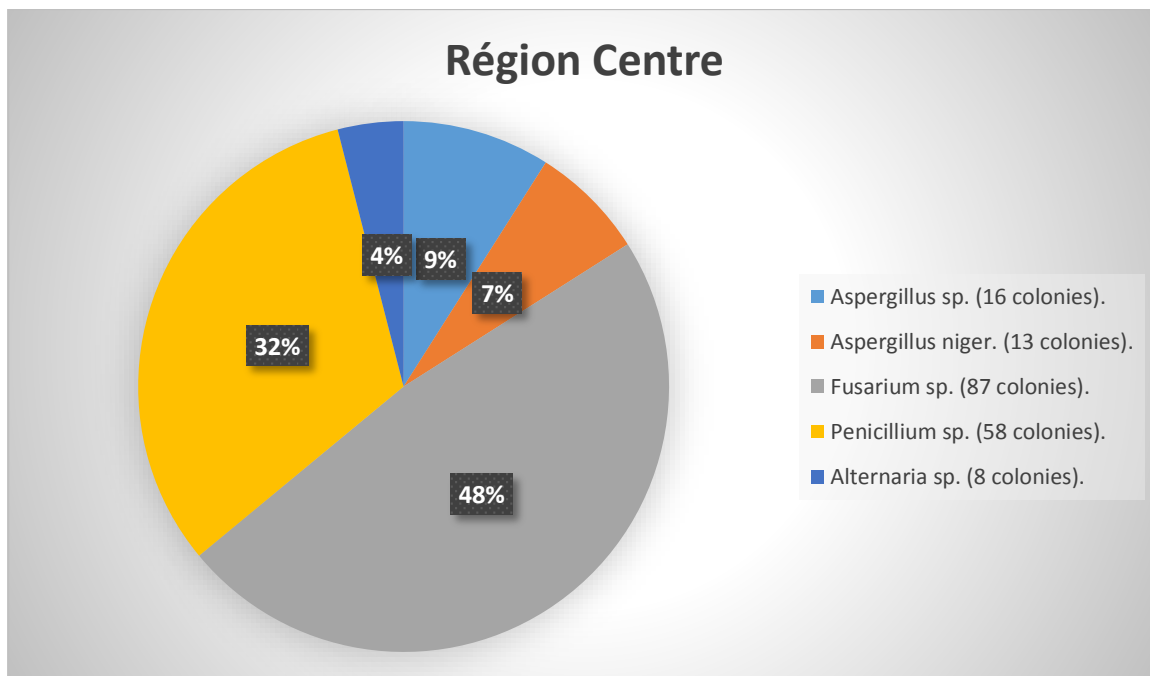


Figure 17 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la région Centre.

2.3.1. Investisseur agricole AZIZI

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (AZIZI), la souche dominante est le *Fusarium sp.*, avec 51 colonies, ce qui représente 66% du nombre total de toutes les colonies, pour l'*Aspergillus niger.*, est la souche la moins présente avec 2 colonies ce qui représente 3% du nombre total des colonies, et l'*Alternaria sp.*, est indisponible (Figures 18, 19, 20).

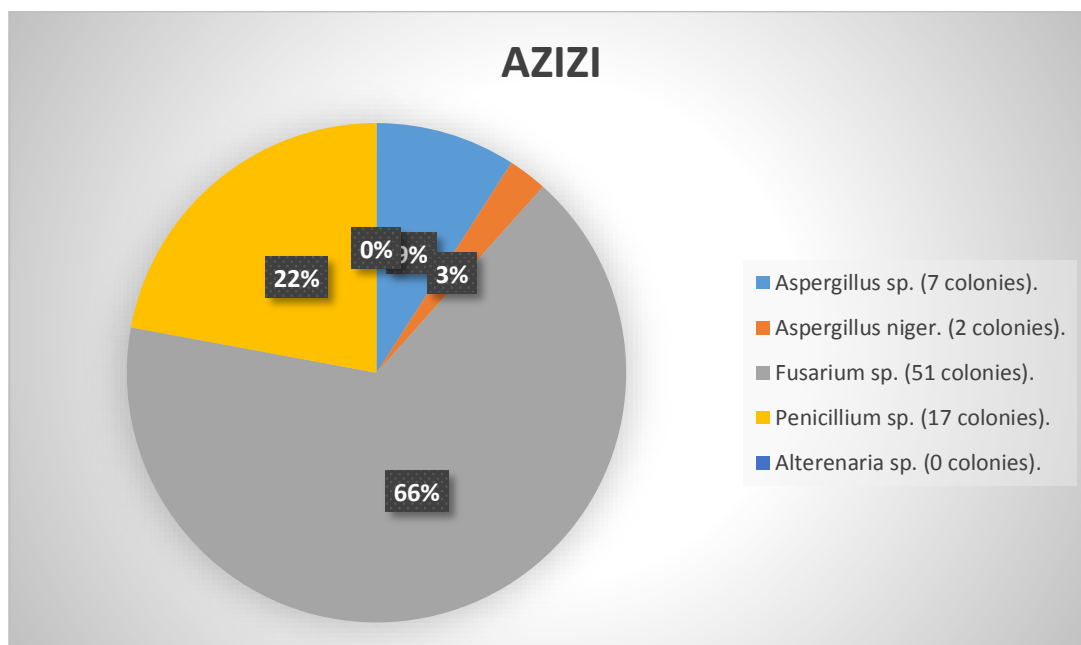


Figure 18 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de AZIZI.

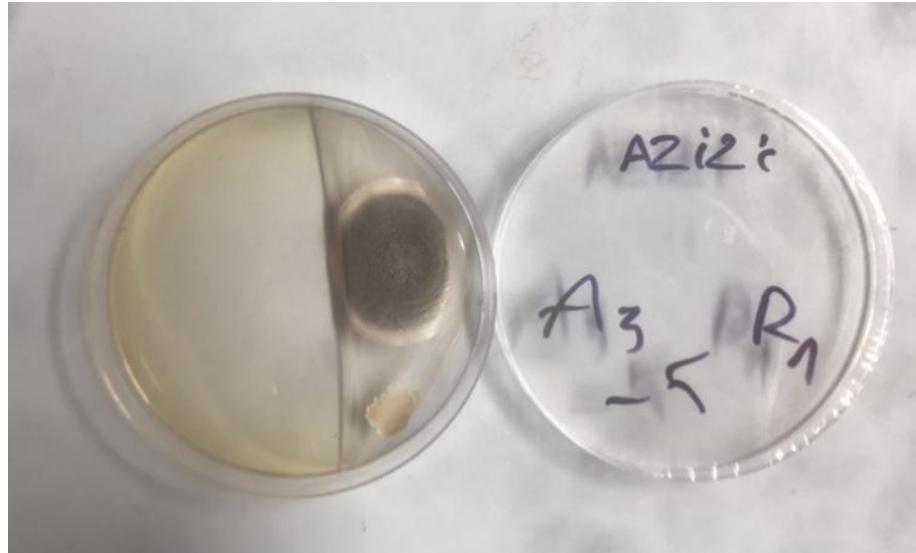


Figure 19 Aspect macroscopique du *Penicillium sp.*

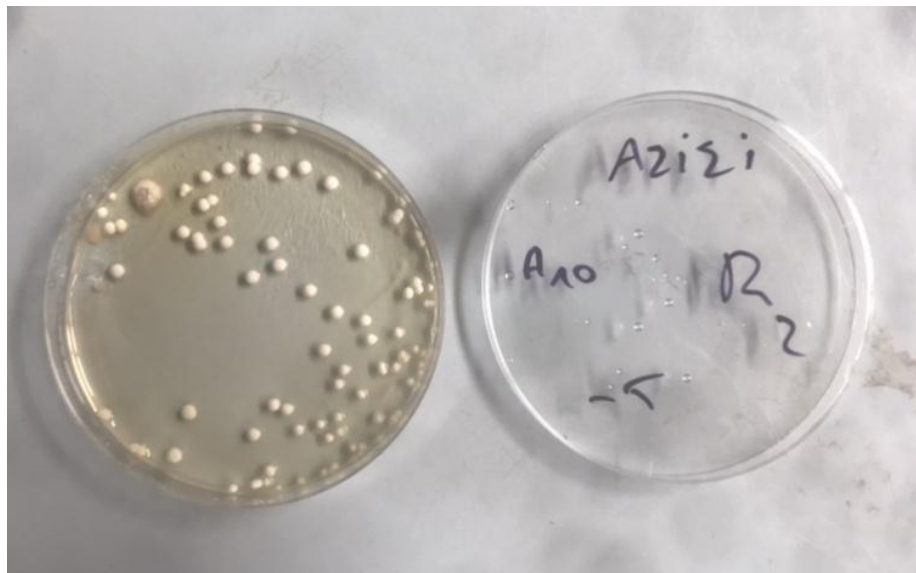


Figure 20 Aspect macroscopique du *Fusarium sp.*

2.3.2. Investisseur agricole LEBSIR 01

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (LEBSIR 01), la souche dominante est le *Fusarium sp.*, avec 14 colonies, ce qui représente 41% du nombre total de toutes les colonies. L'*Aspergillus sp.*, est la souche la moins présente avec 3 colonies ce qui représente 9% du nombre total des colonies, et l'*Alternaria sp.*, est indisponible (Figures 21, 22).

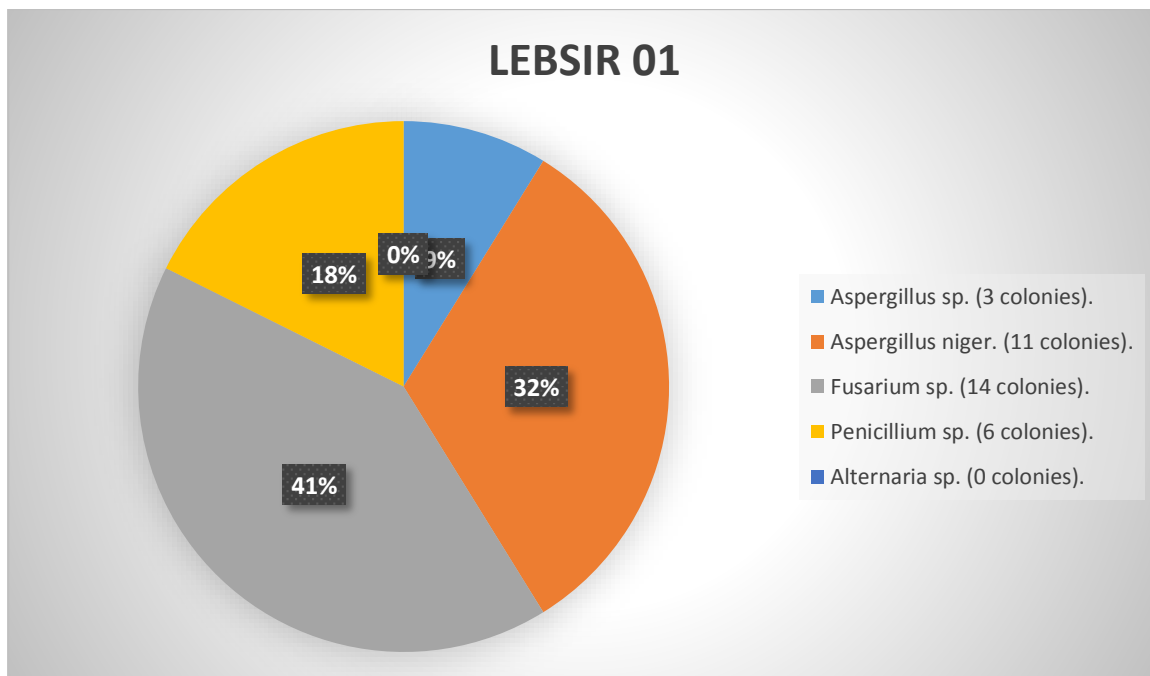


Figure 21 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de LEBSIR 01.

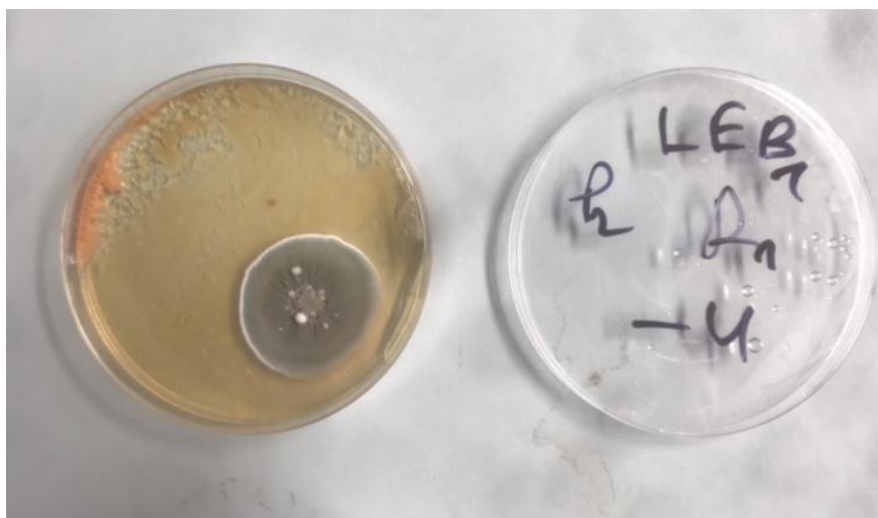


Figure 22 Aspect macroscopique du *Penicillium sp.*

2.3.3. Investisseur agricole LEBSIR 02

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (LEBSIR 02), la souche dominante est le *Penicillium sp.*, avec 35 colonies, ce qui représente 49% du nombre total de toutes les colonies, l'*Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 8 colonies ce qui représente 9% du nombre total des colonies, et l'*Aspergillus niger.*, est indisponible (Figures 23, 24, 25).

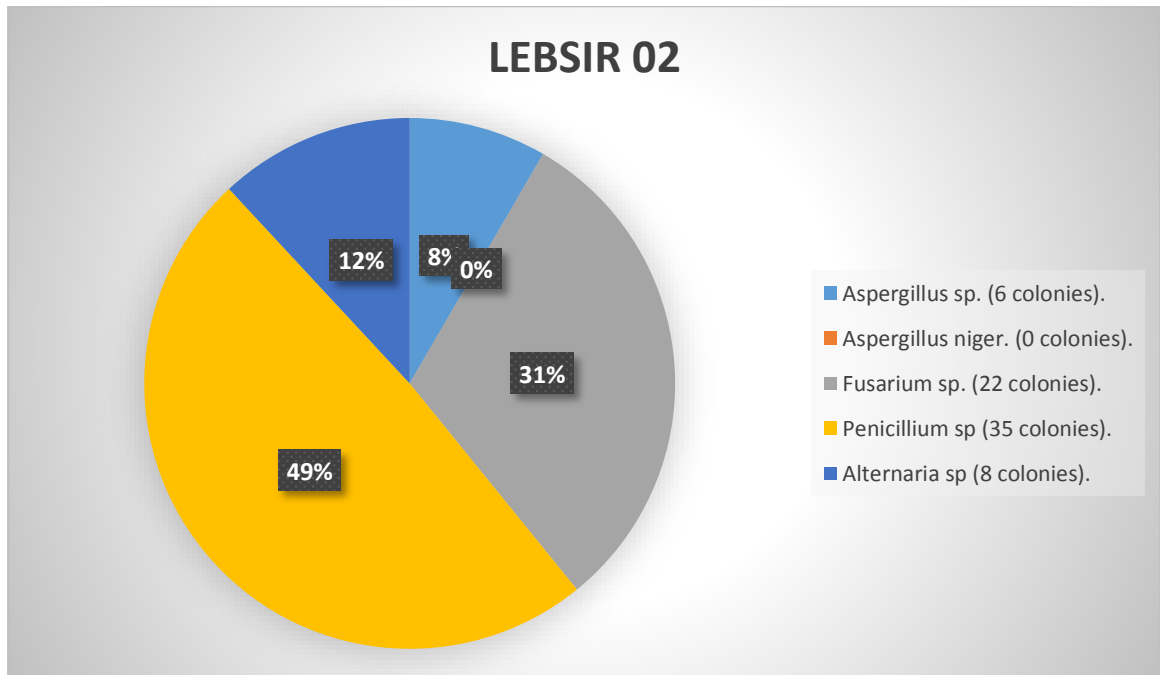


Figure 23 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de LEBSIR 02.

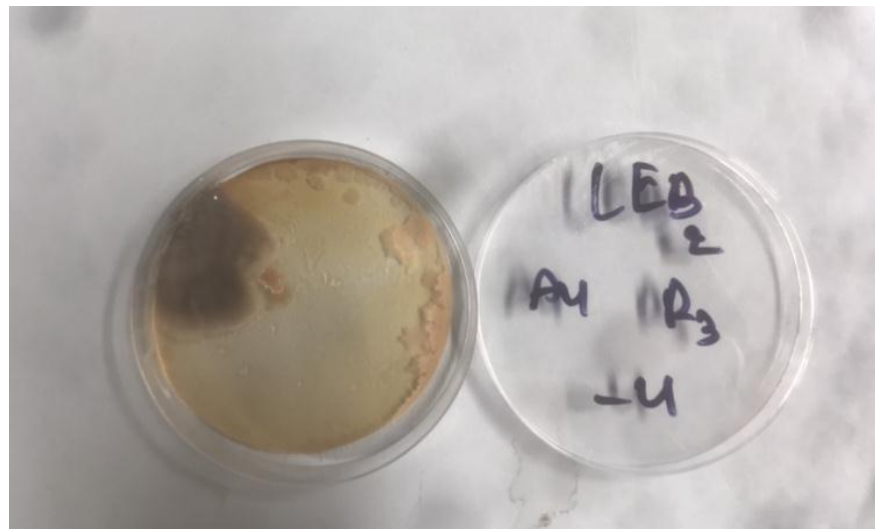


Figure 24 Aspect macroscopique du *Penicillium* sp.



Figure 25 Aspect macroscopique du *Penicillium sp.*

2.4.Région sud

Nous avons remarqué que dans la région du nord, la souche dominante est l'*Aspergillus sp.*, avec 225 colonies, ce qui représente 63% du nombre total de toutes les colonies, l'*Alternaria sp.* ; est la souche la moins présente avec 10 colonies ce qui représente 3% du nombre total des colonies dans la région du sud (Figure 26).

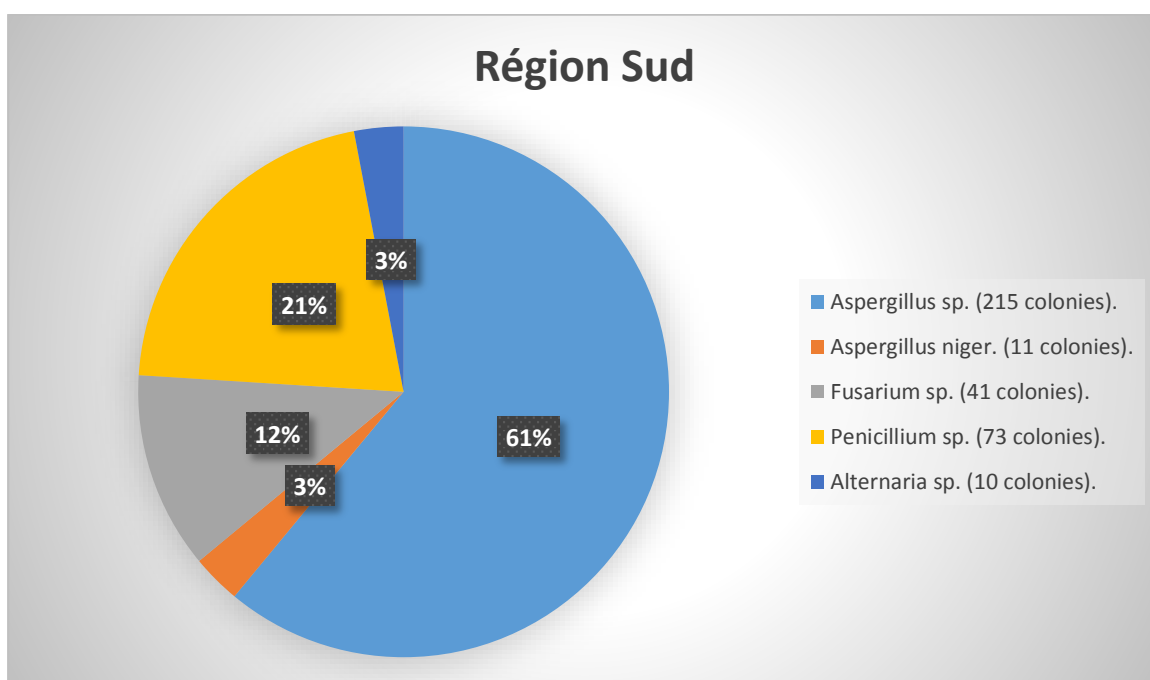


Figure 26 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la région Sud.

2.4.1. Investisseur agricole DJOUABLYA

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (DJOUABLYA), la souche dominante est le *Penicillium sp.*, avec 53 colonies, ce qui représente 60% du nombre total de toutes les colonies, l'*Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 3 colonies ce qui représente 4% du nombre total des colonies, et pour l'*Aspergillus niger.*, il est indisponible (Figure 27).

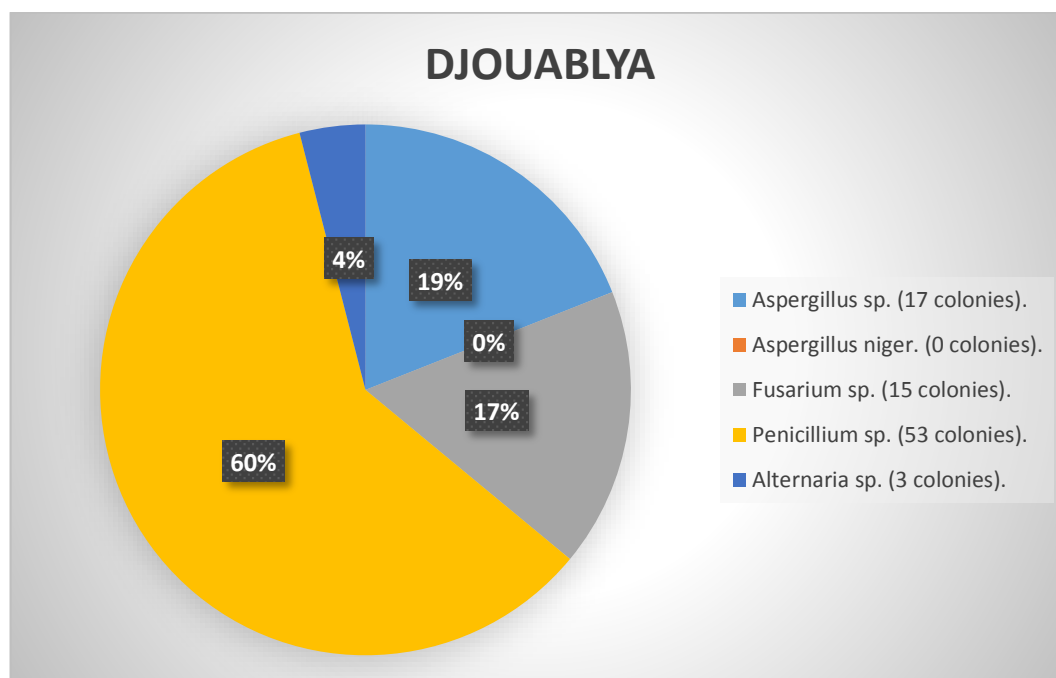


Figure 27 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de DJOUABLYA.

2.4.2. Investisseur agricole ZAATAT

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (ZAATAT), la souche dominante est l'*Aspergillus sp.*, avec 119 colonies, ce qui représente 80% du nombre total de toutes les colonies, l'*Alternaria sp.*, est la souche la moins présente avec 1 seule colonie ce qui représente 1% du nombre total des colonies (Figure 28).

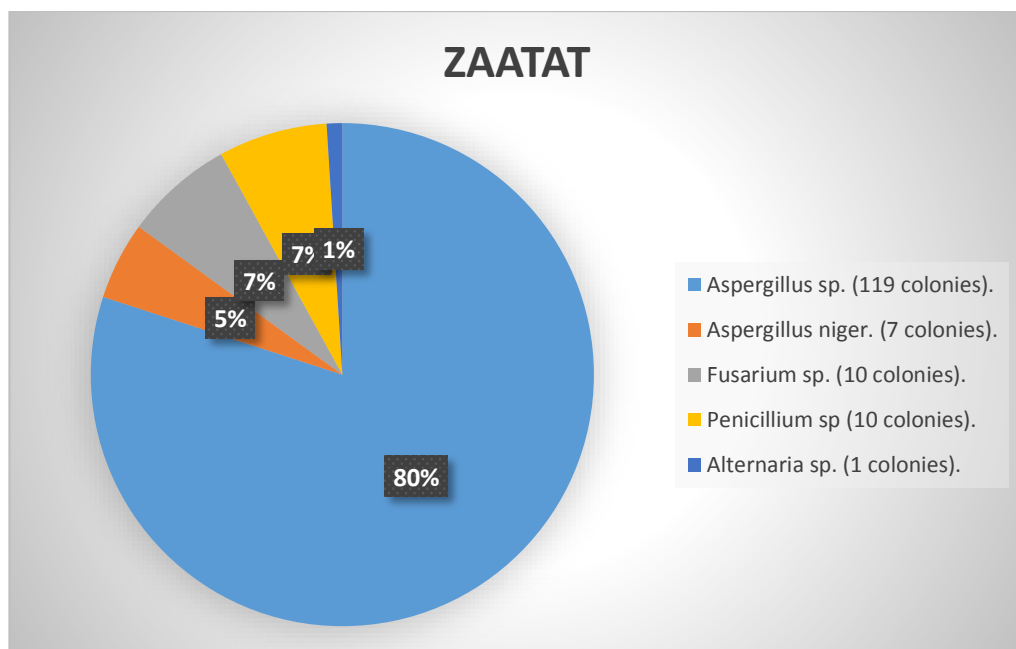


Figure 28 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de ZAATAT.

2.4.3. Investisseur agricole BOUROUAGUE

Nous avons remarqué que dans la Parcelle (BOUROUAGUE), la souche dominante est *l'Aspergillus sp.*, avec 79 colonies, ce qui représente 69% du nombre total de toutes les colonies, *l'Aspergillus niger.* ; est la souche la moins présente avec 4 colonies ce qui représente 3% du nombre total des colonies (Figure 29).

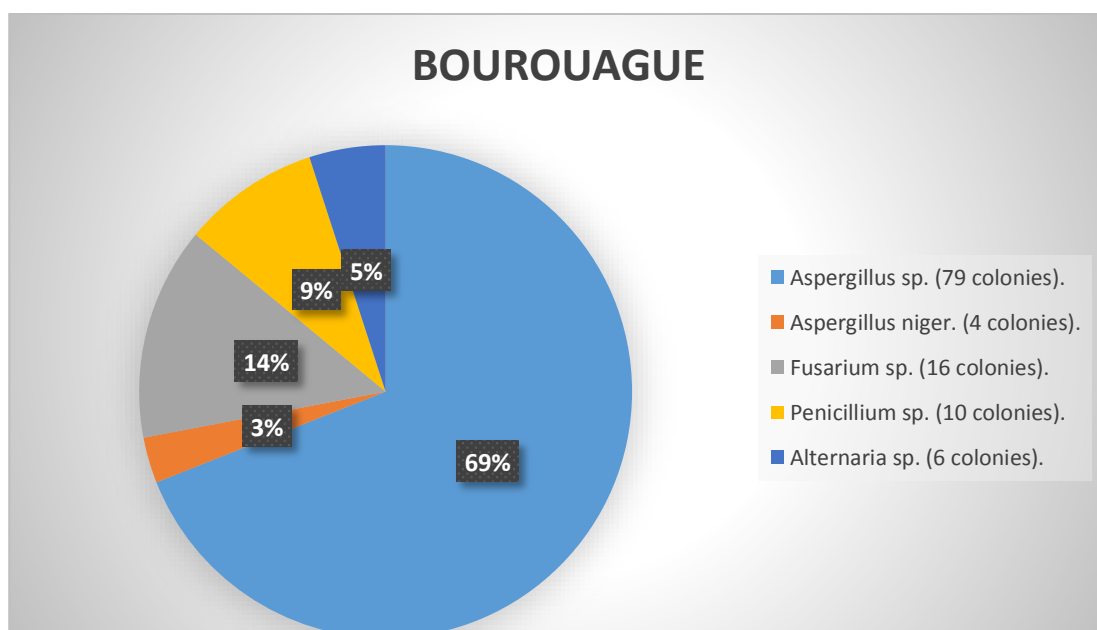


Figure 29 Cercle relatif montre la répartition des colonies dans la parcelle de BOUROUAGUE.

3. Discussion

La production de blé dur en utilisant à la fois des fertilisants organiques et chimiques peut avoir un impact sur les champignons présents dans la matière organique du sol. Les champignons sont des composants importants de l'écosystème du sol et jouent un rôle crucial dans la décomposition de la matière organique, la libération de nutriments et la formation de relations symbiotiques avec les plantes. L'utilisation de fertilisants organiques tels que le fumier, le compost ou les engrais à base de matière organique peut favoriser la croissance des champignons bénéfiques. Ces champignons décomposent la matière organique en humus, enrichissant ainsi le sol en nutriments et améliorant sa structure. Ils peuvent également établir des associations symbiotiques avec les plantes, formant des mycorhizes qui aident les plantes à absorber les nutriments du sol de manière plus efficace. D'un autre côté, l'utilisation de fertilisants chimiques peut avoir un effet plus variable sur les champignons du sol. Certains types de fertilisants chimiques, tels que les engrais azotés, peuvent favoriser la croissance de champignons pathogènes ou saprophytes qui se nourrissent de matière organique en décomposition. Cela peut réduire la disponibilité de la matière organique pour les champignons bénéfiques, perturbant ainsi l'équilibre écologique du sol. De plus, les fertilisants chimiques peuvent également avoir un impact direct sur les champignons en modifiant les conditions physico-chimiques du sol. Par exemple, une utilisation excessive d'engrais chimiques peut entraîner une augmentation de l'acidité du sol, ce qui peut nuire aux champignons qui préfèrent des conditions plus neutres ou légèrement acides. Il est donc important de trouver un équilibre entre l'utilisation de fertilisants organiques et chimiques afin de minimiser les impacts négatifs sur les champignons du sol. Une approche intégrée qui combine l'utilisation de fertilisants organiques pour améliorer la matière organique du sol et favoriser les champignons bénéfiques, avec une utilisation judicieuse de fertilisants chimiques pour répondre aux besoins nutritionnels spécifiques des cultures, peut aider à maintenir la santé et la biodiversité des champignons du sol (M, Roudart L 2002).

Le pH du sol joue un rôle important dans la croissance et l'activité des champignons de la matière organique du sol. Différents champignons ont des préférences de pH spécifiques et peuvent être influencés par des changements dans le pH du sol. Un pH du sol optimal favorise généralement la croissance des champignons bénéfiques qui décomposent la matière organique et participent à la formation de relations symbiotiques avec les plantes. Ces champignons préfèrent souvent un pH légèrement acide à neutre, généralement compris entre 5,5 et 7,5. Lorsque le pH du sol devient

RESULTATS ET DISCUSSION

trop acide ou trop alcalin, cela peut avoir un impact négatif sur les champignons du sol. Un sol très acide, avec un pH inférieur à 5, peut réduire la diversité et l'activité des champignons bénéfiques. Certains champignons acidophiles peuvent toutefois s'adapter à ces conditions. D'autre part, un sol très alcalin, avec un pH supérieur à 8, peut également inhiber la croissance des champignons. Des variations importantes du pH du sol peuvent également affecter la décomposition de la matière organique. Les champignons sont impliqués dans le processus de décomposition en produisant des enzymes qui dégradent les composés organiques complexes. Les enzymes fongiques sont généralement plus actives dans une plage de pH spécifique. Par conséquent, des variations extrêmes du pH peuvent altérer l'activité enzymatique des champignons, influençant ainsi leur capacité à décomposer la matière organique. Il est donc essentiel de maintenir un pH du sol approprié pour soutenir la croissance et l'activité des champignons bénéfiques. Si le pH du sol est déséquilibré, des amendements peuvent être nécessaires pour ajuster le pH. Par exemple, l'ajout de matière organique telle que le compost ou l'utilisation d'amendements spécifiques peut aider à modifier le pH du sol et à favoriser des conditions propices aux champignons bénéfiques. Il convient de noter que les préférences spécifiques des champignons pour le pH peuvent varier en fonction de l'espèce et de l'environnement. Il est donc recommandé de consulter des ressources locales ou de contacter des experts agricoles pour obtenir des recommandations spécifiques au contexte de votre région et de votre culture de blé dur (Maeva BOURGEOIS, Elise COQUILLART et M.C et C.F).

Le climat peut également avoir un impact sur les champignons de la matière organique du sol, y compris ceux impliqués dans la production de blé dur : La température et l'humidité du sol, les conditions de sécheresse prolongée peuvent réduire la disponibilité d'eau pour les champignons et inhiber leur croissance. En revanche, des précipitations excessives peuvent entraîner une saturation du sol, réduisant l'oxygénation et affectant négativement les champignons aérobies. De plus, les précipitations peuvent également diluer les nutriments dans le sol, ce qui peut influencer la disponibilité des ressources pour les champignons, les changements climatiques peuvent affecter les cycles saisonniers, tels que les périodes de gel, de dégel et de sécheresse. Ces variations peuvent perturber les interactions entre les champignons et les plantes, ainsi que leur cycle de vie. Par exemple, certains champignons bénéfiques dépendent de cycles spécifiques pour former des associations symbiotiques avec les racines des plantes (INERIS).

L'arrosage excessif ou insuffisant peut avoir des conséquences sur les champignons du sol. Un arrosage excessif peut entraîner une saturation du sol et réduire l'oxygénation, ce qui peut nuire

RESULTATS ET DISCUSSION

aux champignons aérobies. De plus, un excès d'eau peut également entraîner le lessivage des nutriments, réduisant ainsi la disponibilité des ressources pour les champignons. En revanche, un arrosage insuffisant peut conduire à des conditions de sécheresse, limitant la croissance et l'activité des champignons. La fréquence d'arrosage peut influencer la disponibilité de l'eau pour les champignons du sol. Des cycles d'arrosage réguliers et bien ajustés peuvent favoriser des conditions optimales pour la croissance et l'activité des champignons. Il est important de maintenir un équilibre pour éviter une sécheresse excessive ou une saturation du sol. Les méthodes d'arrosage utilisées peuvent également avoir un impact sur les champignons du sol. Par exemple, l'utilisation de systèmes d'irrigation par aspersion ou de jets puissants peut perturber la structure du sol et déloger les filaments fongiques. Les systèmes d'irrigation gouttent à goutte ou l'arrosage au niveau du sol peuvent être préférable pour minimiser les perturbations (Arvalis, 2014. Les fiches accidents : céréales à paille, excès d'eau).

Pour notre cas la microflore est présente par de nombreuses espèces fongiques dont *Aspergillus sp.*, et les levures qui sont les plus dominantes et présentes dans les sols de tous les investisseurs d'autre part, les espèces *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, sont moins fréquentes dans tous les sols des explorateurs agricole. Les *Penicillium sp.*, et les *Aspergillus sp.*, sont des moisissures qui se développent facilement sur les différents milieux de cultures (PDA). Certains espèces d'*Aspergillus sp.*, possèdent des équipements enzymatiques spécialisés qui leurs permettent d'attaquer des substances complexes (Dommergues et Mangenot, 1970 ; Vassilev et al, 2006), d'autres sont des agents solubilisateurs de phosphate (Vassilev et al, 2006 ; Souchie et al, 2006 ; Richa et al, 2007 Khan et al, 2007 ; Rahi et al, 2009 ; Richardson et al ; 2009). Ils ont utilisés comme agent de bio contrôle contre les nématodes (Siddiqui et Akhtar, 2009) et contre certains champignons phytopathogènes tel que *Fusarium sp.*, (Suarez-Estrella et al, 2007).

Il est à noter que nous avons classé les explorateurs agricoles en fonction du type de fertilisation utilisé (organique ou chimique). Nous avons constaté ce qui suit : Chez les agriculteurs qui ont utilisé la fertilisation organique (LEBSIR 02, BENCHIKH LEFGOUN et DJOUABLYA), la densité des champignons augmente progressivement après un faible nombre initial. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'assimilation lente de la matière organique. Pour ceux qui utilisent les fertilisations chimiques telles que (DEBAH, AZIZI, LEBSIR 01 et BOUROUAGUE), la présence des champignons commence avec un nombre maximum puis diminue. Ces résultats peuvent être attribués à l'assimilation rapide des engrais chimiques, à l'accumulation de déchets toxiques ou à d'autres interactions telles que les bactéries ou les levures. En ce qui concerne (ZAATAT), qui

RESULTATS ET DISCUSSION

utilise à la fois la fertilisation chimique et l'arrosage, la croissance des champignons a été faible jusqu'au stade de la montaison-épiaison, où elle atteint son maximum. Ceci est dû à l'interaction avec les micro-organismes.

Les résultats mentionnés sont spécifiques à l'étude effectuée et peuvent varier en fonction des conditions environnementales, des pratiques agricoles et d'autres facteurs propres à chaque situation.

ANNEXES



ANNEXE

Milieux de cultures des stations étudiés.

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
DEBAH	A1	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A3	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

	A4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
A7	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>	
		R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>	
		R3	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	A9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
A10	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
	10^{-5}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
B3	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B4	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	2	<i>1 Aspergillus niger. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
	B5	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	B6	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10^{-5}		R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

	B7	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	3	<i>3 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
	B9	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>	
		R2	0		
		R3	0		
B10	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
BENCHIKH LEFGOUNE	A1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
	A2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
	A3	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	4	<i>1 Aspergillus sp. / 3 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A4		R1	0	

ANNEXE

		10^{-4}	R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		A5	10^{-4}	R1	0
	R2			0	
	R3			0	
	10^{-5}		R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10^{-4}	R1	0	
			R2	5	<i>5 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
R2			0		
R3			0		
A7	10^{-4}	R1	3	<i>3 Aspergillus sp.</i>	
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	1	<i>1 Alternaria sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	A8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A10	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10^{-5}		R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
B3		R1	0		

ANNEXE

		10^{-4}	R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	3	<i>3 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	B4	10^{-4}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B5	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
B6	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B7	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10^{-4}	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
B9	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
	10^{-5}	R1	2	<i>1 Alternaria sp. / 1 Fusarium sp.</i>	
		R2	2	<i>1 Alternaria sp. / 1 Fusarium sp.</i>	

ANNEXE

			R3	0	
	B10	10^{-4}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
	10^{-5}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
AZIZI	A1	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A2	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R3	0	
	A3	10^{-4}	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	A4	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A5	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A7	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10^{-5}		R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
	A8	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A9	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A10	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	50	<i>50 Fusarium sp. (Spores)</i>
			R3	0	
H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	14	<i>14 Penicillium sp.</i>	
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B3	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
	B4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B6	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
B7	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10^{-4}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R3	0	
	B10	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10^{-5}		R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
--	--	--	----	---	--

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
LEBSIR 01	A1	10 ⁻⁴	R1	6	<i>6 Aspergillus niger.</i>
			R2	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R3	2	<i>1 Aspergillus niger.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
	A2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A3	10 ⁻⁴	R1	5	<i>5 Fusarium sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A4		R1	0	

ANNEXE

		10^{-4}	R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
		A5	10^{-4}	R1	0
	R2			0	
	R3			0	
	10^{-5}		R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A7	10^{-4}	R1	0	
R2			0		
R3			0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A9	10^{-4}	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
A10	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
	10^{-5}	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>	
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	3	<i>1 Aspergillus sp. / 2 Fusarium sp.</i>
			R2	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
R2			1	<i>1 Penicillium sp.</i>	
R3			2	<i>2 Fusarium sp.</i>	
B3		R1	0		

ANNEXE

		10^{-4}	R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		B4	10^{-4}	R1	0
	R2			0	
	R3			0	
	10^{-5}		R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B5	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B6	10^{-4}	R1	0	
R2			0		
R3			0		

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B7	10^{-4}	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
B9	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
	10^{-5}	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

			R3	0	
	B10	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
LEBSIR 02	A1	10 ⁻⁴	R1	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
A3	10 ⁻⁴	R1	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R2	0	
			R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A4	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A5	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A7	10^{-4}	R1	2	<i>2 Penicillium sp.</i>
			R2	2	<i>2 Penicillium sp.</i>
			R3	0	

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10^{-5}		R1	0		

ANNEXE

			R2	0	
			R3	0	
	A10	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Alternaria sp.</i>

ANNEXE

			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
			R2	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Penicillium sp.</i>
R3			3	<i>2 Penicillium sp. / 1 Alternaria sp.</i>	

ANNEXE

	B3	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B4	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	3	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp. / 1 Penicillium sp.</i>
			R3	6	<i>5 Fusarium sp. / 1 Alternaria sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
	B5	10 ⁻⁴	R1	0	

ANNEXE

		10^{-5}	R2	0	
			R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B6	10^{-4}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B7	10^{-4}	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>

ANNEXE

		10^{-5}	R3	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R1	0	
			R2	3	<i>2 Fusarium sp. / 1 Alternaria sp.</i>
			R3	3	<i>3 Alternaria sp.</i>
	B8	10^{-4}	R1	0	
			R2	3	<i>3 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B10	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
DJOUABLYA	A1	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	4	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Alternaria sp. / 1 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp</i>
		10 ⁻⁵	R1	3	<i>3 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	2	<i>2 Penicillium sp.</i>
	A2	10 ⁻⁴	R1	3	<i>1 Penicillium sp. / 2 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	4	<i>2 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Penicillium sp.</i>
			R2	3	<i>2 Penicillium sp. / 1 Alternaria sp.</i>
			R3	0	

ANNEXE

	A3	10^{-4}	R1	3	<i>2 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	3	<i>1 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R3	5	<i>3 Penicillium sp. / 2 Fusarium sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	3	<i>3 Fusarium sp.</i>
	A4	10^{-4}	R1	0	
			R2	4	<i>3 Penicillium sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
A5	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10^{-4}	R1	0	
			R2	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Alternaria sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	5	<i>5 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	A7	10^{-4}	R1	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
			R2	2	<i>2 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	

ANNEXE

			R2	0	
			R3	1	<i>1 Alternaria sp.</i>
	A8	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	4	<i>2 Penicillium sp. / 2 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	3	<i>1 Aspergillus sp. / 2 Penicillium sp.</i>
			R3	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
	A9	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	3	<i>2 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	

ANNEXE

	A10	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	5	<i>5 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	2	<i>2 Penicillium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
R2			0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B2	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
	B3	10^{-4}	R1	0	
			R2	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	

ANNEXE

			R2	0	
			R3	3	<i>3 Penicillium sp.</i>
	B4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

	B6	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp,</i>
			R3	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B7	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	3	<i>2 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R3	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
B8	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B9	10^{-4}	R1	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
	B10	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	

ANNEXE

			R2	2	<i>2 Penicillium sp.</i>
			R3	0	

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
ZAATAT	A1	10 ⁻⁴	R1	2	<i>2 Aspergillus niger.</i>
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
	A2	10 ⁻⁴	R1	0	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	<i>1 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
	A3	10 ⁻⁴	R1	0	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

	A4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Aspergillus niger.</i>
	A5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
	A6	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
A7	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	1	<i>1 Penicillium sp.</i>	

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
	A8	10^{-4}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
	A9	10^{-4}	R1	0	
			R2	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Alternaria sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	A10	10^{-4}	R1	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
		R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>	

ANNEXE

		10 ⁻⁵	R2	3	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp. / 1 Penicillium sp.</i>
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	1	<i>1Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	101	<i>101 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
R2			0		
R3			0		

ANNEXE

	B3	10 ⁻⁴	R1	4	<i>4 Penicillium sp.</i>
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
	B5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
B6	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B7	10^{-4}	R1	0	
			R2	3	<i>3 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
B9	10^{-4}	R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
		R1	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R2	0	
			R3	0	
	B10	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	

ANNEXE

Parcelle	Axe	Dilution	Répétition	Nombre de colonie	Identification
BOUROUAGUE	A1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A2	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A3	10 ⁻⁴	R1	2	<i>2 Fusarium sp.</i>
			R2	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>

ANNEXE

	A4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A5	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	A6	10 ⁻⁴	R1	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 penicillium sp.</i>
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
10 ⁻⁵		R1	0		
		R2	0		
		R3	0		
A7	10 ⁻⁴	R1	3	<i>1 Fusarium sp. / 2 Penicillium sp.</i>	
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	1	<i>1 Fusarium sp.</i>
			R3	1	<i>1 Penicillium sp.</i>
	A8	10^{-4}	R1	38	<i>1 Fusarium sp. / 2 Penicillium sp. / 35 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	
	A9	10^{-4}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	2	<i>1 Aspergillus sp. / 1 Fusarium sp.</i>
	A10	10^{-4}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	3	<i>1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp. / 1 Aspergillus niger.</i>
			R3	1	<i>1 Alternaria sp.</i>
			R1	0	

ANNEXE

		10 ⁻⁵	R2	0	
			R3	0	
	H1 (P)	10 ⁻⁴	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B1	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
	B2	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	13	<i>13 Aspergillus sp.</i>
			R3	6	<i>6 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
R2			2	<i>2 Aspergillus sp.</i>	
R3			0		

ANNEXE

	B3	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B4	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Penicillium sp.</i>
			R3	0	
		10 ⁻⁵	R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Alternaria sp.</i>
	B5	10 ⁻⁴	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
10 ⁻⁵		R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>	
		R2	0		
		R3	0		
B6	10 ⁻⁴	R1	0		
		R2	0		

ANNEXE

		10^{-5}	R3	0	
			R1	0	
			R2	0	
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
	B7	10^{-4}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	4	<i>4 Alternaria sp.</i>
			R3	0	
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B8	10^{-4}	R1	2	<i>1 Fusarium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
			R3	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
		10^{-5}	R1	0	
			R2	0	
			R3	0	
	B9	10^{-4}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
R2			1	<i>1 Aspergillus sp.</i>	
R3			0		
		R1	1	<i>1 Penicillium sp.</i>	

ANNEXE

		10^{-5}	R2	0	
			R3	2	<i>2 Aspergillus sp.</i>
	B10	10^{-4}	R1	2	<i>1 Penicillium sp. / 1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	1	<i>1 Aspergillus niger.</i>
		10^{-5}	R1	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R2	1	<i>1 Aspergillus sp.</i>
			R3	0	

CONCLUSION



CONCLUSION

L'étude de l'activité de la matière organique des sols à Constantine nous a permis de mettre en évidence, par les méthodes de dénombrement, la présence des micro-organismes. Il s'agit de cinq espèces fongiques sont : (*Aspergillus sp. Aspergillus niger. Alternaria sp. Fusarium sp. Penicillium sp.*).

Les caractères macroscopiques nous ont permis de déterminer le nombre des champignons dans toutes les stations étudiés.

L'activité des micro-organismes dans le sol a une grande importance pour le recyclage de la matière, les diverses activités assurées par les groupes de micro-organismes telluriques (cellulitiques, amylolytique, nitrifiants, dénitrifiant, fixateurs d'azote...permettent la mise à disposition de composées simples (carbone, nitrates, ammonium...) au niveau du sol, faciles à assimiler par les plantes et nécessaires pour leur développement.

L'importance de la vie microbienne pour la santé du sol et des plantes n'est plus à démontrer, champignons et autres microorganismes sont reconnus pour être des acteurs majeurs de la dégradation des matières organiques, du bon fonctionnement des cycles biogéochimiques et même de la nutrition et protection direct des végétaux.

Nous avons constaté dans notre étude que la densité de microorganismes varie selon le type de fertilisation utilisé et les caractères physicochimiques. En principe, un engrais chimique n'est pas nocif pour le terrain, le fait est qu'un engrais chimique peut nourrir une plante, mais il ne fournit rien au sol. Dans ce cas la terre agricole va s'appauvrir progressivement dans le cas où aucun amendement n'est entrepris. Par ailleurs, un engrais chimique ne peut pas remplacer un engrais organique.

La production organique est un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleurs pratiques environnementale, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production en respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard des produits obtenus grâce à des substances et des procédés naturels.

La fertilisation organique est la meilleur option pour s'adoptes sur les principes de l'agriculture biologique et pour assurer une très bonne qualité et quantité du produit (un bon rendement).

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **Aboura, R., Benmansour, D., et Benabadji, N. (2006).** Comparaison et phytoécologie des Atriplexaies en Oranie (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 32(1), 73-84.
- **Abdellah, A. (2009).** Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture (F.A.O) (Rome, Italie), p 46.
- **ADHIKARI, K. ET HARTEMINK, A.E. (2015).**
- **Aeschlimann, U. (2003).** Effects of elevated atmospheric pCO₂ on net ecosystem CO₂exchange in managed grassland. PhD Thesis ETH Zurich.
- **Aibar, J. (2006).** La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct : Principaux problèmes. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, 69, 19-26.
- **Al-Kaisi, M. M., et Yin, X. (2005).** Tillage and crop residue effects on soil carbon and carbon dioxide emission in corn–soybean rotations. *Journal of environmental quality*, 34(2), 437-445.
- **Alvarez, G., Chaussod, R., Cluzeau, D., Godden, B., Lemarié, C., Metzger, L., ... et Salducci, X. (2002).** Activités biologiques et fertilité des sols. Intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles. *Etat et activités biologiques des sols*. ITAB. Online document.
- **Ammann, H., Anken, T., Irla, E., Heusser, J., Mader, P., Nievergelt, J., Richner, W., Schmid, O., Stamp, P., Walter, U. ET Weisskopf, P. (2003).** Influence du travail du sol sur la lixiviation des nitrates. *Rapport FAT*, 598, 1-8.
- **Amokrane, A., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., et Djekoun, A. (2002).** Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude. *Revue Sciences et Technologie (Univ. Mentouri, Constantine) numéro spécial D*, 33-38.
- **Amossé, C., Jeuffroy, M. H., Mary, B., et David, C. (2014).** Contribution of relay intercropping with legume cover crops on nitrogen dynamics in organic grain systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 98(1), 1-14. (Pankhurst et al. 1997).
- **Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1993).** *Tropical soil biological and fertility: a handbook of methods*. Wallingford : CAB International, 2ed. 221p. Coineau, (1974).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **Anderson, D. W. (1995).** Soil organic structures in macro and microaggregates of a cultivated brown chernozem. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(6), 845-853.
- **Anonyme. (2000).** Conseil des Production Végétales du Québec. Guide des pratiques de conservation en grandes cultures. Le travail réduit. Feuillet 2-B. 15p.
- **Anonyme, 1998** « Déclaration de Klingenthal III concernant les sols », Fondation Charles Léopold Mayer, Paris.
- **Arvalis, 2014.** Les fiches accidents : céréales à paille, excès d'eau.
- **Begon J.-C. et Jamagne M., 1994** « Genèse, typologie et utilisation des sols », *Techniques Agricoles*, 1110, (3-944), 1-24.
- **Boulaine J., 1989** « Histoire des pédologues et de la Science des sols », INRA.
- **Cherif H., Ayari F., Ouzaria H., Marzoratiba M., Brusettib L., Jedidia N., Hassena A., Daffonchiob D., 2009.** Effects of municipal solid waste compost, farmyard manure and chemical fertilizers on wheat growth; soil composition and soil bacterial characteristics under Tunisian arid climate. *European journal of soil biology*; 45, 138-145.
- **Chesnokova MG, Shalaj. Karus YA., Cherkashina NV. Mironov A., 2016.** Analysis of corrosion defects on oil pipeline surface using scanning electron microscopy and soil thionic and sulfate-reducing bacteria quantification. *Procedia Engineering*; 152, 247-250.
- **Chirgaard Paul. (1977).** Seed pathology. Voll. MacMillan; 1187P.
- **(Clément Mathieu 07.05.2020).**
- **Deák Tibor. (2008).** Handbook of food spoilage yeasts. CRC Press. Second Edition. 325P.
- **Delacharlerie S., De Biourge S., Chéné C., Sindic M., Deroanne C. (2008).** HACCP organoleptique : Guide Pratique. Les Presses Agronomiques de Gembloux ; 176P.
- **Dendy D.A.V., Dobraszczyk (2000).** Cereals and Cereal Products: Technology and Chemistry. Springer, 370P.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **Dijksterhuis Jan., Samson Robert A. (2007).** Food mycology. A multifaceted Approach to fungi and food. CRC Press; 403P.
- **Druvefors Ulrika Adel., Schnürer Johan. (2004).** Mold-inhibitory activity of different yeast species during airtight storage of wheat grain. FEMS yeast Research. Vol 5: 373-378.
- **Dupin Henri. Cuq Jean-Louis., Malewiak M.I., Leynaud-Rouaud C., Berthier A.M. (1992).** Alimentation et nutrition humaines. EFS Editeur ; 1533P.
- **Derts T.A. (2005).** Microorganisms in foods. Microbial Ecology of food Commodities. Second Edition. Springer; 776P.
- **Dommergues et Mangenot, 1970 ; Vassilev et al, 2006**
- **FARRE, 2004** - Les Différents types d'engrais Action. FARRE. I p.
- **Feillet Pierre. (2000).** Le grain de blé : Composition et utilisation. Edition Quae. INRA. Paris ; 308 P.
- **GERF., 2003** - De qui se nourrit une plante 4 p. Ministère de l'Agriculture de la Pêche. France.
- **Ghoreishi G., Alemzadeh A., Mojarrad M., Djavaheri M., 2017.** Bioremediation capability and characterization of bacteria isolated from petroleum contaminated soils in Iran. Sustainable Environment Research, 27, 195-202.
- **Godon B. et Loisel W. (1997).** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Edition Technique & Documentation Lavoisier., Paris. 819 P.
- **Griffin David H. (1994).** Fungal physiology. Wiley Science Paperback Series. Second Edition; 472P.
- **Guiraud Joseph-Pierre. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Dunod. Paris.
- **Hélène VEDIE., septembre - octobre 2008.** Fertilité chimique du sol. MARAICHAGE BIO INFOS n°56.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **Hien E., Favre-Bonte S., Masse D., Nazaret S., 2010.** Impact de l'épandage de déchets urbains sur les communautés bactériennes de sols agricoles dans la périphérie d'Ouagadougou, Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4, (5), 1721-1729.
- **IFEN, 1998** « Le sol, un patrimoine à partager », *Les données de l'environnement*, n° 38.
- **INERIS.**
- **Leveau J., Bouix M. (1979).** Etude des conditions extrêmes de croissance des levures osmophiles. *Ind. Alim. Agric.*, 11: 1147-1151.
- **Leveau J.Y., Bouix M. (1993).** Les levures In << Microbiologie industrielle >>. Ed Tech & Doc. Lavoisier. Paris : 2-93.
- **Leyral Guy., Vierling Elisabeth. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires. 4^{ème} édition ; 287 P.
- **M, Roudart L 2002.**
- **Maeva BOURGEOIS, Elise COQUILLART et M.C et C.F, 2020.**
- **Mer A., Deiana J., Bernard A. (2004).** Cours de microbiologie générale avec problèmes et exercices corrigé. Doin Editeurs ; 430 P.
- **Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires.** Doin Editeurs ; 245P.
- **Opdila Gopi K., Varm a Ajit. (2005).** Basic research and applications of Mycorrhizae. I.K. International Pvt. Ltd; 511 P.
- **Osman KT., 2013.** Soils : Principles, Properties and Management. Springer Science Business Media Dordrecht, DOI 10.1007/978-94-007-5663-2.
- **Persson S., Schnürer J. (1995).** Biocontrol of mold growth in high-moisture wheat stored under airtight conditions by *Pichia anomala*, *Pichia guilliermondii*, and *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Environ. Microbiol. Appl. Environ. Microbiol.* 61(3) :1027 1032.
- **(Philippe P. Lemanceau, 2020).**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **USDA-ORGANIC, 2006** L'agriculture biologique, Wanda Ember 2 p.
- **Ritchie ME. Et Raina R., 2016.** Effects of herbivores on nitrogen fixation by grass endophytes, legume symbionts and free-living soil surface bacteria in the Serengeti. *Pedobiologia*, 59, 233-241.
- **Rescott L.M., Harley J.P., Klein D. A. (2003).** *Microbiologie*. 2^{ème} édition. De Boeck. 1137P.
- **Scott L.M., Harley J.P., Klein D. A., Wiley J.M., Sherwood L.M., Woolverton C.J. (2010).** *Microbiologie*. 3^{ème} Edition. De boeck ; 1216 P.
- **Silguy C., 1997** - L'agriculture biologique. Ed Collection "Que sais-je", presses.
- **Stevensen J.F., 1984** - Humus chemistry, genesis, composition, reactions, John Wiley etSon, New York.
- **Techn'ITAB, 2005** - Les engrais verts en maraîchage biologique 4p. Ed : ITAB Paris France___AGROBIO.Universitaires de France. 4 p.
- **Vassilev et al, 2006 ; Souchie et al, 2006 ; Richa et al, 2007 Khan et al, 2007 ; Rahi et al, 2009 ; Richardson et al ; 2009.**

Sites WEB

<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/le-sol-l-epiderme-vivant-de-notre-planete>

<https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/13655/3/Mokhtar-KARABI-D.pdf>

https://www.unccd.int/sites/default/files/2018-06/GLO%20French_Ch12.pdf

Approche sur l'activité biologique dans les sols destinés à la production du blé dur (*Triticum durum L.*) dans la région de Constantine : Cas des Champignons.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Physiologie Végétale

Résumé :

Cette étude porte sur l'activité biologique, en particulier celle des champignons, dans les sols destinés à la récolte et à la production du blé dur (*Triticum durum L.*) dans trois zones distinctes de la région de Constantine (Nord, Centre et Sud). Les zones ont été réparties en huit parcelles en fonction des différents types de fertilisation utilisés par les investisseurs agricoles. Notre travail repose sur l'identification et le décompte des champignons présents dans les échantillons prélevés dans nos sites d'étude.

Les résultats obtenus révèlent l'identification de cinq espèces de champignons (*Aspergillus sp. Aspergillus niger. Alternaria sp. Penicillium sp. Fusarium sp.*). Ils démontrent également que la fluctuation de la densité des champignons est causée par l'activité biologique liée à l'état physico-chimique du sol, à l'accumulation de déchets toxiques, aux interactions entre les micro-organismes, et surtout en fonction du type de fertilisation (organique ou chimique).

Mots clés : Sol, Biologique, Champignons, Fertilisation, Organique, Chimique.

Laboratoire de recherche : Biologie de l'environnement

Jury d'évaluation :

Président du jury : KARA Karima (MCA - UFM Constantine 1).

Encadreur : BAZRI Kamel-Eddine (MCA - UFM Constantine 1).

Co-encadreur : BEHOUHOU Mohamed-Lamine (Doctorant UFM Cne 1).

Examineur : BOUCHOUKH Imane (MCA - UFM Constantine 1).