

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département de Biologie



## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Sciences de la Nature et de la Vie.

Spécialité : Sciences Forestières.

### Thème

Approche microbiologique de la richesse des sols après passage d'incendie : cas des subéraies de Ath Kheir, Bouzeguene et Draa El Mizane.

### Présenté par :

Mme KHEROUBI Melkheir & Mme MOUHOUB Zina.

### Devant le jury

**Présidente** : Mme HARCHAOUI-BOURNINE Chafia MCB UMMTO

**Examinatrice** : Mme MEZAOUR-DIBI Nadjat MAA UMMTO.

**Promotrice** : Dr KADI-BENNANE MCA UMMTO.

**Co-promotrice**: Mme BEDAD-BEDRICI Karima INGÉNIEUR DE LABORATOIRE.

**Promotion 2021/2022**

## **Remerciements**

*Tout d'abord, nous remercions DIEU tout puissant qui nous a donné le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent en premier lieu à notre promotrice **Mme KADI -BENNANE**, Docteur Maitre de conférence classe A du département des sciences agronomique de l'UMMTO pour Son encadrement, ses orientations, son aide, sa rigueur scientifique et pour la confiance qu'elle nous a accordé tout au long de cette étude.*

*Nos remerciements s'adressent également à notre Co-promotrice **Mme BEDDAD Karima**, ingénieur de laboratoire mycorhize pour son aide et son accompagnement tout au long de notre stage.*

*Nous sommes très honorées de la présidence de **Mme HARCHAOUI - BOURNINE**, Docteur Maitre de conférences classe B au département des sciences biologiques de l'UMMTO de notre jury de soutenance.*

*Nos remercions également **Mme MEZAOUR Nadjat**, Maitre assistante classe A pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de ce modeste travail particulièrement tout l'équipe du laboratoire mycorhize, et un grand merci pour **Mme KADIR NASSIMA** pour son aide.*

*Enfin, nos profond reconnaissance à tous les enseignants de l'UMMTO et particulièrement ceux qui ont contribué de près et de loin à notre formation avec beaucoup de compétences.*



# *Dédicace.*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents **Fouzia** et **Kamel** que je ne pourrais être jamais reconnaissante envers leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements et sans eux je ne serais pas là aujourd'hui.*

*Ce travail soit pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection de tendresse.*

*A mes chers frères **Achour** et **Mayas**.*

*A mes grands parents.*

*A toute ma famille.*

*A Tous mes ami(e)s qui m'ont encouragé particulièrement : **Fafache, Lydia** (ladou d'amour), **Dyhia, Houria, Sofia, Lydia, Nesrine, Kenza, Samira, Kahina, Yasmine, Fadhila, Lamia, Adel, Belaid, Bylka, Kamel(j c le s ), Juju, Samir, Melissa et Amal (fatatune)**,*

*Et à tous mes camarades les forestiers et à mes enseignants.*

*A tous ceux que j'aime et j'estime.*

*Et à toutes personnes qui m'ont encouragé et m'ont aidé dans ce travail.*

**Zina**

# *Dédicaces*



*J'ai l'honneur de dédié ce modeste travail tous d'abord à :*

***Mon père Kamel***

*L'homme idéal, il est la source de ma force tout au long de mes années d'études « je lui*

*Souhaite une longue vie et une bonne santé ».*

***Ma très chère mère Noura***

*Le plus beau paradis de ma vie, source de tendresse et de sourire, secret de mon succès et de*

*Mon bonheur, "Je lui souhaite un bon et éternel repos"*

***Ma chère sœur : Fazia et son mari.***

***Ma grande mère : Dahbia.***

***Mes chers frères : Sofiane, Slimane et sa femme, Hakim, Yazid, Djafer.***

***Les bébés de ma familles : Brahime , Ilan, Ritadj, Aris .***

*A tous ceux qui me sont chers, mes amis (es) particulièrement : Omar, Nesrine, Kenza, Samira, Kahina, Lydia, Sofia, Houria, Yasmine, Dahbia, Massissilia, Siham, Aniase, Zina,*

*a tous mes amies de notre promos les forestiers.*

*A mon binôme Zina.*

*Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

***Fadhila***

## Liste des abréviations

- SI : Sol incendié.
- SN : Sol non incendié.
- S : Spore.
- GN : Gélose nutritive.
- Sb : Saboraud.
- g : gramme.
- mg : milligramme.
- pH : potentiel d'hydrogène.
- h : heure.
- cm : centimètre.
- °C : degré Celsius.
- m : mètre.
- % : pourcent.
- min : minutes.
- IJ : indice de JACARD.
- IN : incendié.
- NI : non incendié.

## Listes des Figures

Figure 1 : Figure 1 : Forêt méditerranéenne et zones incendiées en 2021 (Google Earth 2021).

Figure 2 : Evolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu (DGF, 2012).

Figure 3: Répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2009).

Figure 4 : Répartition du chêne liège dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Cheriet, 2009).

Figure 5 : Carte de situation des trois stations d'étude Ath kheir (Mekla), Iguersafène (Bouzeguène) et Beni khalfoun (Draa El-Mizane) ( Google Maps).

Figure 6 : Echantillon d'arbre d'Ath kheir (Mekla.).

Figure 7 : Echantillon d'arbre Iguersafène (Bouzeguène).

Figure 8 : Echantillon d'arbre de Beni khalfoun (Draa-El-Mizane).

Figure 9 : les différentes étapes de collecte des échantillons (a,b,c,d) et de mesure de température (e) et l'humidité (f) du sol.

Figure 10 : Tamisage des sols incendiés et non incendiés.

Figure 11 : Mesure du pH du sol.

Figure 12 : Etapes d'extractions des spores du sol des trois stations.

Figure 13 : Observation des spores sous microscope optique (Gx100 et X400).

Figure 14 : Conditions d'aseptise et préparation des milieux de culture

Figure 15 : Solution mère du sol et agitation.

Figure 16 : Série de dilutions.

Figure17 : Ensemencement avec étalement sur milieu de culture .

Figure 18: incubation des boites ensemencées après incubation de 24h.

Figure 19 : Différentes étapes de Repiquage et de purification des colonies.

Figure 20 : Différentes étapes de la coloration Gram des bactéries

Figure 21. Étapes de coloration des colonies de champignons isolées, purifié.

Figure 22 : Aspect des 19 types de spores retrouvées dans le sol (incendié, non incendié ) des trois stations ( A :S1, B:S2 , C:S3 , D :S4, E :S5, F :S6, I :S7, J :S8, K :S9, L :S10, M :S11, N :S12, O :S13, P :S14, Q :S15, R :S16, S: S17, T: S18 ,U :S19).

## Liste des Tableaux

Tableau 1: Natures des incendies ayant touché la wilaya de Tizi-Ouzou au cours de 26 ans (Meddour-Sahar *et al.* 2013).

Tableau 2 : Récapitulatif des arbres de chêne liège incendiés et non incendiés échantillonnés dans les stations d'étude.

Tableau 3: Les constituants de la Gélose nutritive (GN).

Tableau 4: Les constituants du milieu sabouraud.

Tableau 5 : Variation écologique (Températures, humidités et pH du sol) des trois zones d'étude, (2021).

Tableau 6 : Description macroscopique et microscopiques des bactéries.

Tableau 7: Description macroscopiques et microscopiques des champignons cultivés.

Tableau 8 : Indice de Jaccard calculés pour la communauté bactérienne des sols incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune.

Tableau 9 : Indice de Jaccard calculés pour la communauté bactérienne des sols incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune

Tableau 10: Indice de Jaccard calculés pour la communauté des Champignons des sols incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune.

Tableau 11: Analyse comparative entre la richesse sporale des sols du chêne liège incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune.

Tableau12 : Analyse comparative entre la richesse bactérienne des sols du chêne liège incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune.

Tableau 13: Analyse comparative entre la richesse fongique des sols du chêne liège incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune

Tableau 14 : Nombre totales et communs de la microflore tellurique retrouver dans les sols incendiés et non incendies des trois stations (Ath kheir (Mekla), Iguersafen (Bouzeguene), Beni Khalfoune (Draa El-Mizane)).

## Sommaire

Résumé

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction générale ..... 01

### Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1. Le patrimoine forestier des pays méditerranéens ..... 02

2. Les incendies ..... 04

    2.1 Impact du feu sur l'environnement ..... 05

• Effets sur le sol ..... 05

    2.2 Les feux de forêt en Algérie ..... 05

3. Situation de la subéraie en Algérie ..... 07

    3.1 Dans la wilaya de Tizi-Ouzou ..... 07

4. Microbiologie du sol ..... 09

    4.1 Les éléments constitutifs de la microflore tellurique ..... 09

4.1.1 Les bactéries dans le sol ..... 09

    • Facteurs influençant la structure des communautés bactériennes du sol ..... 10

4.1.2 Les champignons ..... 12

    1. Ecologie des champignons ..... 13

    2. Diversité fongique dans le sol ..... 14

### Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude ..... 15

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2. Collecte des échantillons .....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>3. Analyse et culture au laboratoire .....</b>                     | <b>20</b> |
| <b>3.1 Mesure du pH .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.2 Extraction des spores .....</b>                                | <b>21</b> |
| <b>3.3 Observation microscopique .....</b>                            | <b>22</b> |
| <b>4. Isolement et description des bactéries et champignons .....</b> | <b>23</b> |
| <b>4.1 Préparation de la solution mère .....</b>                      | <b>25</b> |
| <b>4.2 Ensemencement décimal .....</b>                                | <b>26</b> |
| <b>5. Caractérisation des souches bactériennes isolées .....</b>      | <b>28</b> |
| <b>5.1 Caractérisation morphologique .....</b>                        | <b>28</b> |
| <b>5.2 Examen macroscopique .....</b>                                 | <b>28</b> |
| <b>5.3 Examen microscopique .....</b>                                 | <b>28</b> |
| <b>6. Caractérisation des souches de champignons isolées .....</b>    | <b>30</b> |
| <b>6.1 Caractérisation morphologique .....</b>                        | <b>30</b> |
| <b>6.2 Examen macroscopique .....</b>                                 | <b>30</b> |
| <b>6.3 Examen microscopique .....</b>                                 | <b>30</b> |
| <b>7. Indice de similitude .....</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>8. Traitements Statistiques .....</b>                              | <b>32</b> |

### **Chapitre 3 : Résultats et Discussion**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Analyse des paramètres mesurés du sol de chêne liège des trois stations d'étude .....</b> | <b>33</b> |
| • <b>Température du sol .....</b>   | <b>33</b> |
| • <b>L'humidité du sol .....</b>  | <b>34</b> |
| • <b>pH eau du sol .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>2. Description des spores isolées .....</b>  | <b>34</b> |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>Richesse sporale du sol de la station d'Ath kheir (Mekla)</b>               | <b>35</b> |
| ➤          | <b>Sol incendié</b>  | <b>35</b> |
| ➤          | <b>Sol non incendié</b>  | <b>35</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Richesse sporale du sol de la station d'Iguersafène (Bouzeguène)</b>        | <b>36</b> |
| ➤          | <b>Sol incendié</b>  | <b>36</b> |
| ➤          | <b>Sol non incendié</b>  | <b>37</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Richesse sporale du sol de la station de Beni khalfoune (Draa El-Mizan)</b> | <b>38</b> |
| ➤          | <b>Sol incendié</b>  | <b>38</b> |
| ➤          | <b>Sol non incendie</b>  | <b>38</b> |
| <b>3.</b>  | <b>Description des bactéries du sol</b>  | <b>42</b> |
| <b>4.</b>  | <b>Description des souches de champignons isolés et cultivés</b>               | <b>51</b> |
| <b>5.</b>  | <b>Analyse statistique</b>   | <b>65</b> |
| <b>6.</b>  | <b>Analyse quantitative des variables</b>                                      | <b>70</b> |
| <b>7.</b>  | <b>Conclusion</b>  | <b>74</b> |

### Introduction générale

Le sol héberge à lui seul une très forte diversité d'espèces. Cette dernière participe par son fonctionnement à la fourniture de service écosystémique nécessaire à notre survie (production végétale et épuration des polluants...etc.). Les microorganismes jouent un rôle fondamental dans la fertilité de sol. Parmi ces espèces, nous citerons les plus nombreux et les plus diversifiés à savoir les bactéries, archaebactéries et champignons (Lemanceau *et al.*, 2017). Un changement des conditions du milieu (pH, température, aération...) causé par un phénomène naturel tels que le changement de saison ou par le passage d'un feu induit une dynamique et un fonctionnement des communautés végétales qui peut favoriser ou inhiber les populations microbiennes telluriques.

Les incendies de forêts représentent un facteur de perturbation majeure pour les différentes composantes des écosystèmes terrestres principalement le sol. Les diverses évolutions survenant sur les propriétés du sol après le passage des incendies peuvent avoir des implications importantes sur plusieurs processus critiques tels que les cycles hydrologiques et biogéochimiques, et par conséquent la dynamique à long terme des écosystèmes forestiers (DeBano *et al.*, 1998 ; Neary *et al.*, 1999 ; Certini, 2005).

Le feu à chaque saison estivale ravage des milliers d'hectares de notre patrimoine forestier. Les feux contrôlés constituent des pratiques courantes d'aménagement effectuées souvent pour réduire les niveaux de combustibles afin d'éviter le déclenchement des incendies de forêts. Quant aux incendies, ils sont des feux non maîtrisés en forêts qui sont d'origine soit naturelle soit anthropique. Ils se distinguent généralement des feux contrôlés par leurs températures très élevées de combustion (De Bano *et al.*, 1998).

Les subéraies comme la plus part des écosystèmes forestiers, sont dotés d'un équilibre d'une extrême complexité et leur destruction par le feu engendrent une cascade de dégradation. Les arbres affaiblis après un incendie présentent les conditions idéales pour une colonisation massive par diverses espèces de champignons. Cependant, l'incendie est aussi destructive des microorganismes plus particulièrement les champignons du sol (Lygis *et al.* 2010). Le déséquilibre d'habitat « Sol » implique également celui de la microflore et les champignons et bactérie phytopathogènes prolifères (Arpinet *et al.*, 1980).

## Introduction générale

---

L'objectif de notre travail est l'étude de l'impact des incendies sur les Bactéries, et Champignons du sol de la subéraie de trois stations Ath kheir (Mekla), Iguersafène (Bouzeguène), Beni khelfoune (Drâa El-Mizan).

Le travail s'articule sur 4 chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous présentons une synthèse bibliographique ;
- ✓ Le deuxième chapitre, consiste à la présentation de la zone d'étude et la méthodologie de travail ;
- ✓ Le troisième chapitre est dédié à la présentation et interprétation des résultats, l'analyses statistiques et discussion;
- ✓ Nous terminons par une conclusion.

# **Chapitre 1**

## **Synthèse Bibliographique**

## 1. Le patrimoine forestier des pays méditerranéens

Au cours des années 1980 à 2000, les surfaces forestières dans les pays du pourtour de méditerranée ont augmenté de près de 12 millions d'hectares. Ces changements sont principalement liés à l'accroissement naturel des forêts, aux boisements et aux reboisements (Alexandrian *al.*, 1998). Le rapport de la FAO (2010), estime que la surface forestière des pays méditerranéens s'élevait à 85 millions d'hectares, représentant environ 2% de la surface forestière mondiale. Cependant, des épisodes de diminutions du couvert forestier essentiellement liées aux nombreux incendies notamment dans les pays tels que l'Albanie, l'Algérie, la Bosnie et l'Israël ont été signalé dans les rapports de la FAO (2010).

Les forêts méditerranéennes contiennent environ 250 espèces arborescentes parmi lesquelles 150 sont endémiques ou présentes principalement dans les pays du pourtour de la Méditerranée ; 15 genres sont spécifiques des forêts de la région (Quézelet *al.*, 1999). Cette importante biodiversité dans la région méditerranéenne est aujourd'hui menacée par la perte d'habitat (Myers et al, 2000). Selon le rapport de l'organisation Natura (2000), 386 espèces sont classés en danger d'extinction et 142 habitats menacés qui ont un besoin urgent de protection. Les pressions d'origine anthropique, la perte d'habitat, la dégradation des territoires, les feux de forêts, l'érosion des sols et les changements climatiques sont les principales causes de la perte de la biodiversité observée aujourd'hui dans la région. La mise en œuvre de mesure concrète pour la conservation de la biodiversité et des ressources génétiques forestières est un challenge difficile qui requiert une approche intégrée associant les multiples secteurs scientifiques, politiques et économiques (EDFM, 2013).

Depuis plusieurs décennies, la région méditerranéenne est l'objet d'une attention croissante de la part de la communauté internationale. La prise de conscience des bienfaits écologiques, sociaux, économiques et environnementaux que procurent les espaces boisés de la région et des effets néfastes de leur dégradation ou destruction expliquent l'intérêt croissant que suscite le secteur forestier (Plan Bleu, 1989, Anon., 1990; FAO, 1993, IFDD, 2019, Bureau 2020).

En Algérie, les conditions de climat et de sol favorables et permettant le développement des formations forestières n'existent que dans les régions du Nord représentant un peu plus de 10% de la superficie totale (Boukerker, 2016). Les feux de forêt constituent un fléau majeur, en particulier dans le bassin méditerranéen.



Figure 1 : Forêt méditerranéenne et zones incendiées en 2021 (Google Earth 2021).

## 2. Les incendies

L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et dans l'espace (Khalid, 2008 ; Cemagref, 1994 ; Jappiotet *al.* , 2002). Ce terme désigne globalement les feux de forêt, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins 1 ha de massif (Berrichi, 2013). Les feux de forêt se déclarent dans une formation végétale, généralement de type forestière (forêts de feuillus ou/et de conifères) ou sub-forestière (garrigues, maquis...etc.).

Tous les ans, des incendies se déclarent sur plusieurs centaines de millions d'hectares de forêts (incendies de forêt) et d'autres formations végétales à travers le monde. Les incendies de forêt et d'espaces naturels (terres boisées, brousses, herbages, savanes, steppes) sont communément appelés feux de friches ou feux de végétation. Les causes des incendies non maîtrisés (incendies sauvages) et les raisons de l'usage du feu comme outil de gestion dans les domaines agricole, pastoral et forestier (incendies à usage agricole, brûlage dirigé) sont liées aux conditions écologiques locales (climat, type de végétation) et aux habitudes, en particulier dans les domaines social et économique. La foudre est la principale cause naturelle des incendies sauvages, surtout dans les régions peu peuplées des forêts des hautes latitudes boréales et des savanes tropicales. Il n'empêche que dans la plupart des régions du monde ce sont les incendies causés par l'homme qui sont les plus lourds de conséquences. Les principales raisons en sont la négligence - notamment les feux à usage agricole échappant à tout contrôle et parfois la pyromanie (Goldammer, 2019).

### **2.1 Impact du feu sur l'environnement**

Les principaux impacts des incendies sur l'environnement concernent la perte temporaire de couvert forestier. Les sols nus sont plus vulnérables, notamment aux processus d'érosion tant qu'une nouvelle végétation n'a pas refait son apparition. La faune et la flore typiques de la forêt sont remplacées par de nouvelles espèces dites pionnières et plus adaptées aux espèces originales (Plana, 2016).

#### **) Effets sur le sol :**

Un incendie ne cause généralement pas d'altération majeure des propriétés physiques du sol. S'il est intense, il entraîne une minéralisation et en réduit la matière organique. Il peut affecter la température, la texture, la structure, la densité et l'humidité du sol (Armson, 1977 ; Feller, 1982).

Cependant le feu altère les propriétés chimiques et biologiques du sol par la chaleur qu'il dégage, le déplacement et la transformation des éléments nutritifs qu'il entraîne et par la réduction de la couverture morte qu'il produit (Robitaille, 1995).

Par son action, le feu libère rapidement les éléments nutritifs immobilisés par la combustion de la végétation et du sol (Maclean *et al.*, 1983). Le feu entraîne une minéralisation rapide de la biomasse, des litières et des humus, qui court-circuite le cycle biologique normal, au détriment des décomposeurs de l'écosystème tels que les champignons, les bactéries, et la microfaune (Gherabi, 2013). Après le passage du feu, les éléments contenus dans la cendre peuvent quitter la station par lessivage, érosion et ruissellement ou s'incorporer aux sites d'échange du sol (Feller, 1982 ; Maclean *et al.*, 1983 ; Ulery *et al.*, 1993).

La stérilisation intervient entre 50 et 125 °C et concerne généralement les 5 ou 10 premiers centimètres du sol. Ce sont les couches superficielles les plus riches en matière organique et les plus actives biologiquement qui sont les plus touchées. La microfaune est détruite et se reconstitue lentement. (Mangas *et al.*, 1992)

### **2.2 Les feux de forêt en Algérie**

Parmi les facteurs menaçant les forêts Algériennes, le feu est un des plus redoutables entraînant des pertes écologiques (disparition d'espèces rares), économiques et parfois humaines (Madoui, 2002). Les incendies de forêts détruisent en moyenne, 36 000 ha de formations ligneuses par an (Arfa, 2008).

En Algérie, les gestionnaires forestiers sont confrontés à une tendance générale d'augmentation des superficies brûlées et de la gravité des incendies. Les statistiques montrent qu'entre 1962 et 2012, environ 1.7 million ha de forêts, maquis et broussailles ont été incendiés, soit une moyenne de 30 000 ha chaque année. D.G.F (2012) précise que la surface de forêts de chêne liège parcouru par les feux est très variable pour une période de 27 ans (1985-2012), montrent que les incendies ont ravagé une surface totale d'environ 200 000 ha. Cette dernière représente une surface moyenne annuelle de 7300 ha (Figure 2).

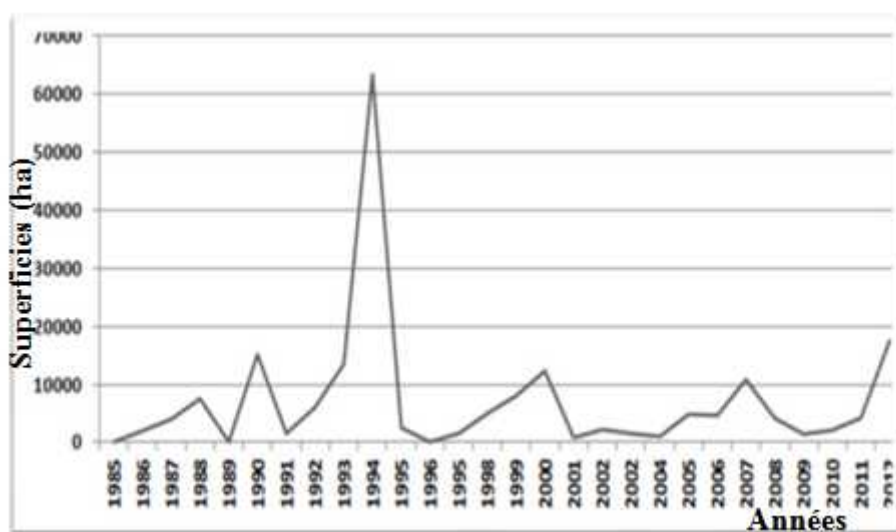


Figure 2 : Évolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu (DGF, 2012).

La wilaya de Tizi-Ouzou est l'une des wilayates les plus touchées par les incendies. Le feu a parcouru en moyenne 3 866 ha/an depuis 1985. En 2012, cela représente par exemple 4 000 arbres fruitiers et 36 000 oliviers pour la wilaya de Tizi-Ouzou. (Meddour-Sahar et Bouisset, 2013) (Tableau 1).

Tableau 1: Natures des incendies ayant touché la wilaya de Tizi-Ouzou au cours de 26 ans (Meddour-Sahar *et al.* 2013).

| Nombre de feux | Surface moyenne incendiée feu | Surface ravagé du chêne du liège |
|----------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 112            | 100 ha                        | 38303 ha                         |
| 17             | >500                          | 19860 ha                         |
| 7              | 1000 ha                       | 11987 ha                         |

Le dernier en date est celui de l'été 2021 qui a été le plus intense. En plus de la mort de plus de 300 personnes, plus de 100 000 hectares de forêt et de taillis pour la plus grande partie de subéraie et d'oliveraie sont partis en fumée.

### 3.Situation de la subéraie en Algérie

En Algérie, le chêne liège est une espèce forestière tant en raison des superficies occupées, que par son importance économique (Harfouche, 2004). Il est présent sur 450.000 ha, mais ne constitue de véritable subéraies que sur 150.000 ha. Les subéraies algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard, elles sont localisées dans le Tell Oriental, situés essentiellement en zone subhumide et humide au Nord-est de l'Algérie (Figure 3) (Yessad, 2000).



Figure 3: Répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2009).

#### 3.1 Dans la wilaya de Tizi-Ouzou :

Elle reste incontestablement l'essence dominante à travers le territoire de la wilaya. Le chêne liège représenté 95% de la surface totale boisée de la Kabylie. La superficie globale y est estimée selon la conservation des forêts de Tizi-Ouzou, en 2005 à environ 23 000 ha dont 16340 ha étant considéré peuplement Bien-Venants (Slimani, 2012) (Figure 4).



Figure 4 : Répartition des forêts de chêne liège dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Cheriet, 2009).

La superficie de la subéraie en Algérie a connu une diminution importante, avec une perte de 210 000 ha, suite aux incendies fréquents qui exposent le sol à un fort ensoleillement créant une atmosphère sèche défavorable au chêne liège. De ce fait, la capacité de la subéraie à produire le liège en quantité et qualité s'est affaiblie (Anonyme1, 2006).

La majorité des futaies de chêne liège sont des peuplements plus que centenaires. En plus du vieillissement, l'impact de plus en plus intense du surpâturage entre 1990 et 2000 conjugué aux périodes de sécheresses récurrentes accentuent l'effet du stress hydrique et perturbent l'équilibre écologique et le renouvellement des subéraies (Bennadjaet *al.*, 2007).

Partout en Algérie, la régénération par semi-naturel est déficiente en raison du manque de sylviculture. Étant une espèce de lumière, à tous les niveaux de son développement, le jeune semis issu d'un gland supporte mal le couvert végétal et finit par disparaître à l'ombre de ses concurrents (Belabbes, 1996).

Selon Bekdouche (2010), la subéraie subissait des incendies plus ou moins violents depuis une longue date, néanmoins elle persiste grâce à sa forte résistance. En effet, quelques semaines après le feu, des rejets et des drageons apparaissent en abondance.

Si le chêne-liège est capable de résister à des incendies parfois violents, c'est à l'épaisseur et à la structure de son écorce (présence d'une multitude de compartiments étanches remplis d'air) qu'il doit cette aptitude. En effet, en terme thermique, le tissu subéreux figure parmi les substances douées de la plus haute capacité isolante. L'écorce liégeuse du chêne-liège est donc sa meilleure assurance vie. Le fait de le démascler et de lui ôter cette protection si précieuse aura pour conséquence directe de rendre plus vulnérable le peuplement en cas d'incendie même de faible puissance (Bekdouche, 2010).

#### **4. Microbiologie du sol**

Le sol est à l'interface entre la lithosphère, l'atmosphère et hydrosphère (Alexander, 1977) et sert de support à une partie de la biosphère (Gobat, 2003). Il est constitué de 5 composants majeurs : Fraction minérale, matière organique, eau, air et organismes vivants (Alexander, 1977). Il est considéré comme l'un des environnements les plus complexes de la biosphère et est à ce titre un réservoir majeur de la biodiversité.

##### **4.1 Les éléments constitutifs de la microflore tellurique :**

Dans les sols, les organismes les plus abondants sont aussi les moins visibles ( $<100\mu\text{m}$ ) : ces microorganismes sont des bactéries, des champignons, des algues et des protozoaires. Ils ont pourtant un rôle central dans la formation des sols, leurs fonctionnements (cycles biogéochimiques) et la croissance des plantes.

Les nouvelles technologies en génétique permettent une meilleure connaissance de ces organismes, et particulièrement de la communauté bactérienne.

##### **4.1.1 Les bactéries dans le sol**

Les bactéries archées sont présentes dans presque tous les types de biotopes rencontrés sur terre. Ils sont les organismes ubiquistes. Elles peuvent être isolées du sol, des eaux douces, marines ou saumâtres, de l'air, des profondeurs océaniques, des déchets radioactifs (Fredrickson *et al.*, 2004), de la croûte terrestre, sur la peau et dans l'intestin des animaux mais elles peuvent également être rencontrées dans des environnements plus extrêmes tels que

des lacs salés, des banquises, des sources d'eau chaude, ...etc..Whitman *et al.*, (1998) estiment que le nombre de cellules bactériennes dans la biosphère se situerait entre  $4.10^{30}$  et  $6.10^{30}$ .

Les bactéries ont une importance considérable dans les cycles biogéochimiques comme par exemple dans ceux du carbone ou de l'azote avec un rôle fondamental dans la fixation de l'azote atmosphérique (Vitousek, 1991). Les communautés sont dominées par 5 groupes majeurs *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* et *Firmicutes* (Janssen, 2006).

En agriculture, certaines bactéries peuvent être utilisées à la place de pesticides en lutte biologique pour combattre les parasites des plantes (Lucy *et al.*, 2004) (ex : *Bacillus thuringiensis*), d'autres bactéries vont avoir un effet bénéfique sur la croissance de plantes comme les PGPR (Plant Growth-Promoting-Rhizobacteria) qui sont définies comme des bactéries présentes dans la rhizosphère, pour lesquelles un effet positif sur la physiologie végétale est reconnu (Lugtenberg & Kamilova, 2009). Au niveau du sol se retrouve le principal réservoir en termes de nombre de cellules et de diversité avec environ  $10^8$ - $10^9$  bactéries par gramme de sol.

### )] Facteurs influençant la structure des communautés bactériennes du sol :

Beaucoup de paramètres biotiques et abiotiques interviennent pour modéliser la structure des communautés microbiennes des sols tant en termes de diversité que d'effectifs (Hassink, 1993, Borneman *et al.*, 1996, Borneman & Triplett, 1997). Il n'est pas évident de prendre en compte tous les paramètres influant sur la composition et les interactions de la microflore tellurique (Tarlera *et al.*, 2008). Un certain nombre d'études ont toutefois permis d'identifier quelques facteurs présentant une influence marquée sur la structure des communautés bactériennes - Asuming-Brempong, 2008 ; Fierer *et al.*, 2007 ; Rajendhran & Gunasekaran, 2008 ; Lauber, 2009).

#### a. Facteurs abiotiques

Le pH est l'un des forts prédicateurs de la composition des communautés bactériennes et de la diversité, mais suivant le type de sol d'autres facteurs peuvent agir sur la structure des communautés comme l'humidité des sols, la salinité (Rajendhran & Gunasekaran, 2008), le contenu en carbone, la disponibilité des nutriments (Asuming-Brempong, 2008) et en azote (Fierer *et al.*, 2007), la solubilité des métaux (Muller *et al.*, 2002), les variations climatiques (Lauber, 2009).

Selon Lauber, (2008), les changements d'utilisation des terres (au niveau de la composition des espèces de plantes et des pratiques de gestion utilisées) peuvent avoir des impacts significatifs et de long terme sur la texture du sol, le pH et le carbone du sol. La variabilité des facteurs édaphiques à travers différentes utilisations des terres peut avoir un effet significatif sur la structure des communautés bactériennes. L'effet d'une perturbation sur les communautés bactériennes dépend de sa durée et de sa spécificité

### **b.Facteurs biotiques**

Il a été montré que les plantes peuvent avoir un impact identique ou même supérieur à celui des facteurs abiotiques dans le contrôle des fonctions des écosystèmes terrestres mais aussi au niveau de la structure des communautés bactériennes du sol (Verville, 1998). La présence de plantes entraîne une augmentation significative de l'humidité du sol, de la biomasse et de la respiration microbienne (Singh, 2009).

Il a été observé que beaucoup de plantes sélectionnent des groupes de micro-organismes spécifiques via l'exsudation de composés dans la rhizosphère. Cette association positive où les plantes fournissent le carbone pour la croissance microbienne et les microorganismes en retour fournissent des éléments majeurs tels que l'azote et le phosphore ainsi qu'une protection contre les attaques des pathogènes et parasites (Singh *et al.*, 2004).

### **4.1.2 Les champignons :**

Les champignons sont des micro-organismes eucaryotes qui sont classés en 3 groupes : les champignons filamenteux, les levures et les champignons supérieurs (Brock *et al.* 1994). Les «vrais champignons» ou Amastigomycota (Bouchet *et al.*, 2005) ou Eumycètes (Courtecuisse et Duhem, 2000) comprennent trois divisions : Division des Zygomycota, des Ascomycota et des Basidiomycota . Ils sont très actifs dans les sols pauvres et participent au recyclage et à la transformation de molécules longues (cellulose, lignine,...etc.). Ils forment une symbiose avec les racines des plantes (mycorhizes) (Smith et Read, 1998).

Les champignons sont caractérisés par une structure mycélienne. Leur appareil végétatif (thalle) est constitué par des filaments ramifiés « les hyphes ». Leur organisation est coenocytique, à l'intérieur de la structure filamenteuse ramifiée. Chez de nombreux champignons, il existe des cloisons transversales à intervalles réguliers dans les hyphes, mais, en fait, ces cloisons sont percées d'un pore central permettant la libre circulation du cytoplasme et des noyaux. Néanmoins, on dit qu'ils ont un mycélium <<cloisonné>> (Bocquet, 1993).

Les champignons se reproduisent par voie sexuée lors de la germination des spores. Une fois mûres les spores sont libérées des appareils sporifères et disséminées dans la nature, essentiellement par le vent. Elle germe et émet un filament (hyphe) qui croît et s'allonge par l'extrémité apicale et se ramifie pour donner un nouveau mycélium. Les champignons, se multiplie, également, par voie asexuée par bouturage. Un simple fragment de mycélium est capable de se développer et de former une colonie.

La croissance fongique dans un environnement naturel, est beaucoup plus lente que dans les conditions *in vitro* du laboratoire, car les conditions physico-chimiques dans la nature ne sont pas toutes optimales en même temps. Normalement, les micro-organismes se développent dans la nature à moins de 1 % du maximum de croissance réussie dans le laboratoire.

Cette faible croissance est due, principalement, à plusieurs facteurs tels que : Les substrats sont faiblement approvisionnés, La distribution de nutriments dans l'habitat microbien est hétérogène, Les micro-organismes ne se développent pas en culture pure. Dans une même niche écologique, les champignons doivent faire face aux autres micro-organismes, et se développer en harmonie et en bonne intelligence avec leurs voisins directs.

Les communautés fongiques ne restent pas fixées dans un état stationnaire indéfiniment. Certaines perturbations, telles que, les invasions des animaux, les stress provoqués par l'épuisement des nutriments, les interactions antagonistes d'autres espèces qui concourent pour le même substrat, les changements de température, du pH, etc., imposent un renouvellement continu des communautés fongiques. De ce fait, des successions des

populations fongiques se mettent en place. La compétition microbienne pour consommer les substrats disponibles dépendra de la vitesse de leur assimilation, étroitement liée aux vitesses métaboliques et aussi, à l'inhibition conférée par un micro-organisme voisin qui produit un métabolite toxique (mycotoxines, acides organiques, etc.).

Les facteurs environnementaux, tels que, l'aération, le pH, la disponibilité d'eau, les nutriments et la température influencent la croissance des micro-organismes et joue un rôle déterminent sur la biodiversité microbienne dans un habitat particulier (Brocket *al.*, 1994 ; Dix & webster,1995).

### **4.1.2. Écologie des champignons :**

Dans la nature, les champignons se développent le plus souvent comme des microorganismes saprophytes. Ils participent à la dégradation et au recyclage de la matière organique et minérale. Ces caractéristiques confèrent aux champignons, la possibilité de coloniser et d'explorer de nouveaux habitats et ainsi, d'occuper tous les environnements possibles terrestres et aquatiques, régions tropicales et polaires (Dix & Webster, 1995).

L'écologie microbienne du sol est essentiellement orientée vers l'étude du comportement des micro-populations complexes et, en cela, elle se rapproche de la microbiologie des eaux, des vases et boues, de la microbiologie alimentaire. Mais elle diffère de ces différentes disciplines, du milieu où se développent les micro-organismes telluriques (Masson *et al.* 1970). le terme environnement fait allusion à tout ce qui entoure les microorganismes : Les facteurs chimiques, biologiques et les forces physiques qui agissent sur eux.

L'écologie microbienne centralise ses études dans deux points principaux :

- ✓ L'isolement, l'identification et la quantification des micro-organismes dans leurs habitats.

### **4.1.2.Diversité fongique dans le sol :**

La diversité observée des champignons du sol dépend en grande partie de la méthode utilisée et du nombre d'isolats obtenus (Gams, 2007). La base de données CBS (Bureau central de la

biodiversité fongique) (2001), a estimé le nombre de champignons du sol à 2210 espèces soit environ 70% des espèces connues sont disponibles en culture. Le nombre d'espèces de champignons du sol devraient être considérablement plus nombreux que les 3300 espèces actuellement connues, les groupes fréquemment étudiés sont *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium* et *Aspergillus* (Gams, 2007).

Selon Mouchacca, (2005), Parmi les 246 nouveaux taxons fongiques décrits depuis les années 1940 sont de provenance du Moyen-Orient, des sols désertiques et de marais salants. 53 espèces sont des champignons qui vivent dans le sol adapté à des températures élevées ou à des concentrations élevées de sel.

Les champignons Alcalophile et alcalitolérants forment un autre groupe écologique. Dans les sols alcalins (pH voisins de 9,8) en particulier les espèces de type *acremonium* et *Fusarium*, ont été trouvés en Indonésie (Nagai *et al.* 1995).

Les bactéries et champignons vivant en étroite relation dans le sol. Bien que les communautés bactériennes et fongiques aient été largement étudiées indépendamment l'une de l'autre dans de nombreux habitats, quelques études ont examiné simultanément ces deux groupes de microorganismes (Costa *et al.*, 2006, Singh, 2007 ). Toutefois, la compréhension des interactions entre ces deux communautés demeurent très difficiles à prendre en compte.

Les interactions champignons bactéries sont très certainement de tous types, positive négative ou neutre (Singh *et al.* ; 2009). Une forte corrélation entre les communautés bactériennes et fongiques indépendamment des facteurs abiotiques du sol ont souvent été observées (humidité, C et N) à l'échelle du champ (Singh, 2009). Des résultats précédents avaient déjà montré qu'un champignon *Glomus mossae* (Murty, 2002) avait un impact direct sur la structure de la communauté bactérienne au niveau des racines de plantes (Artursson *et al.* 2005). Singh *et al.* (2008) avaient montré aussi que la communauté fongique influence la structure de la communauté bactérienne au niveau du rhizoplant des graminées.

## **Chapitre 2**

### **Matériel et méthodes**

## 1. Présentation de la zone d'étude

Pour réaliser notre travail, nous avons géo-localisé trois stations incendiées pendant l'été 2021 dans la wilaya de Tizi-Ouzou. La méthode d'échantillonnage subjective a permis de réaliser des prélèvements sur 21 arbres incendiés et non incendiés pendant la période d'avril à juin. Les stations sont situées dans le village d'Ath kheir (Mekla), Iguersafène (Bouzeguène) et Beni khelfoun (Draa El-Mizane) (Figure 5).

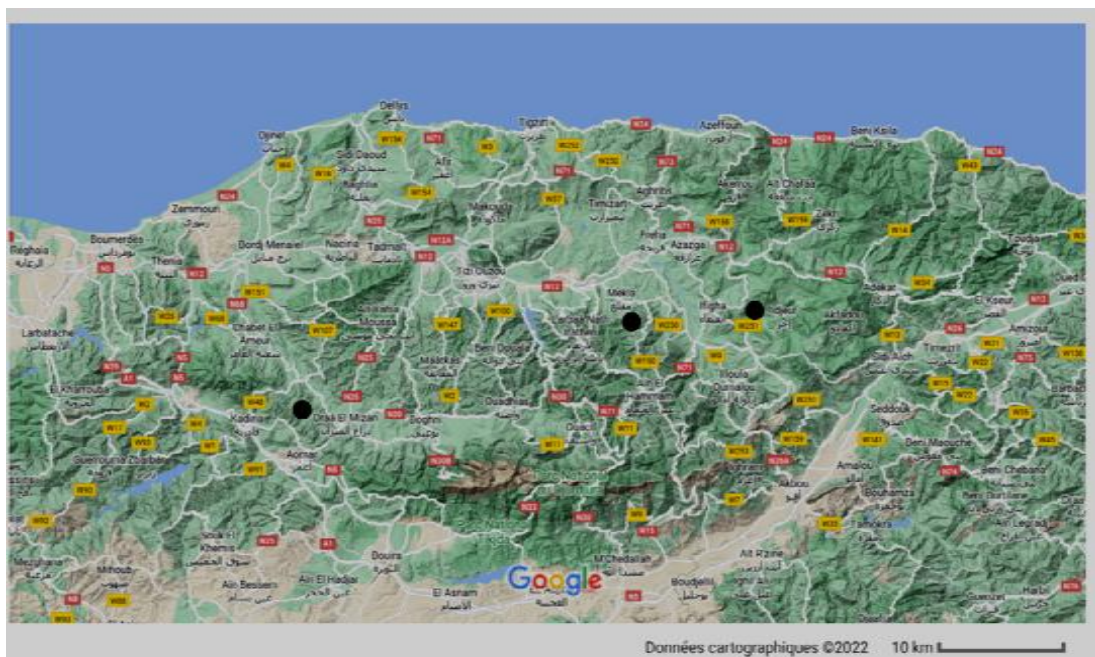


Figure 5 : Carte de situation des trois stations d'étude Ath kheir (Mekla), Iguersafène (Bouzeguène) et Beni khalfoun (Draa El-Mizane) (Google Maps).

### 1. La station d'Ath kheir (Mekla)

La station d'Ath kheir est localisée dans le village d'Ath kheir (Mekla) de la wilaya de Tizi-Ouzou dont les coordonnées GPS sont :  $36^{\circ},38',30''$ N et  $4^{\circ},18',33''$  E. Elle est située à 900m altitude. Elle est une forêt homogène à prédominance de chêne liège (*Quercus suber* L.) et chêne vert (*Q. ilex*) Elle est caractérisée par un étage bioclimatique subhumide, Le relief est accidenté entre (40% à 55% (Figure 6).



Figure 6 : Echantillon d'arbre d'Ath kheir (Mekla.) a : incendié 2021 b : non incendié.

## 2. La station d'Iguersafène (Bouzeguène)

La station d'Iguersafène est localisée dans la chênaie d'Iguersafène (Bouzeguène) à prédominance en chêne liège. Elle est située dans la wilaya de Tizi-Ouzou entre  $36^{\circ},40',28''$  N et  $4^{\circ},30',29''$  E, à une altitude de 900m. Elle est caractérisée par un étage bioclimatique humide à relief peu accidenté avec des pentes de 0% à 5%) (Figure 7).



Figure 7 : Echantillon d'arbre Iguersafène (Bouzeguène) ; a : incendié 2021 b : non incendié.

### 3. La station Beni khalfoun (Draa El Mizane)

La station Beni khalfoun est située dans la daïra de Drâa El Mizane, wilaya Tizi-Ouzou avec des coordonnées GPS 36° ,34',14'' Nord et 3° ,44',32'' Est. Elle s'étale sur une superficie de 249 ha et est caractérisée par une altitude de 718m, un étage bioclimatique subhumide et des pentes de 10% à 15%. La station est exposée Nord et Nord Est au pied mont du Djurdjura. C'est une forêt à prédominance du chêne liège *Quercus suber L* (Figure 8).



Figure 8 : Echantillon d'arbre de Beni khalfoun (Draa-El-Mizane). a : incendié 2021 b : non incendié.

#### 1. Collecte des échantillons :

L'échantillonnage a été réalisé autour de 21 arbres (incendiés et non incendiés) dont 5 arbres dans la station de Ath kheir, 7 arbres dans la station d'Iguersafène et 6 arbres dans la station de Beni khelfun (Tableau 2). Autour de chaque arbres du sol a été prélevé à 1mètre50 sous le houppier des arbres incendiés et non incendiés.

Tableau 2 : Récapitulatif des arbres de chêne liège incendiés et non incendiés échantillonnés dans les stations d'étude.

| Zone d'étude          | Ath khier (Mekla) |              | Iguersafen (Bouzeguene) |              | Béni khalfoun ( Drâa El Mizan) |              |
|-----------------------|-------------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| catégories            | Incendié          | Non incendié | Incendié                | Non incendié | Incendié                       | Non incendié |
| Nombre d'échantillons | 4 arbres          | 1 arbre      | 4 arbres                | 3 arbres     | 3 arbres                       | 3 arbres     |

Le prélèvement du sol a été réalisé sous le houppier des arbres à 1 à 1.5m du tronc autour des arbres sur les quatre points cardinaux. Le sol de l'horizon superficiel à une profondeur de 10 à 20 cm considéré comme le plus riche en microflore du sol (Figure 9). La mesure de la température et l'humidité du sol sont simultanément enregistrées au moment de l'échantillonnage. Le sol est conservé dans des sacs en plastique étiquetés avec un numéro attribué de chaque arbre et la date de l'échantillonnage et conservé au réfrigérateur à +4°C.



Figure 9 : Les différentes étapes de collecte des échantillons (a,b,c,d) et de mesure de température (e) et l'humidité (f) du sol.

### 3. Analyse et culture au laboratoire

Les échantillons du sol sont mis dans des sachets propres puis acheminés directement au laboratoire afin de les conserver au frigo à une température 4°C. Cette opération permet de maintenir le sol à l'état frais. Le lendemain, nous avons procédé au tamisage à 2mm. Les sols sont soumis à une série d'analyse dans des conditions stériles afin d'éviter toutes contaminations. Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de recherche « Mycorhizes » de la Faculté des sciences biologiques et des sciences Agronomiques (Figure 10).

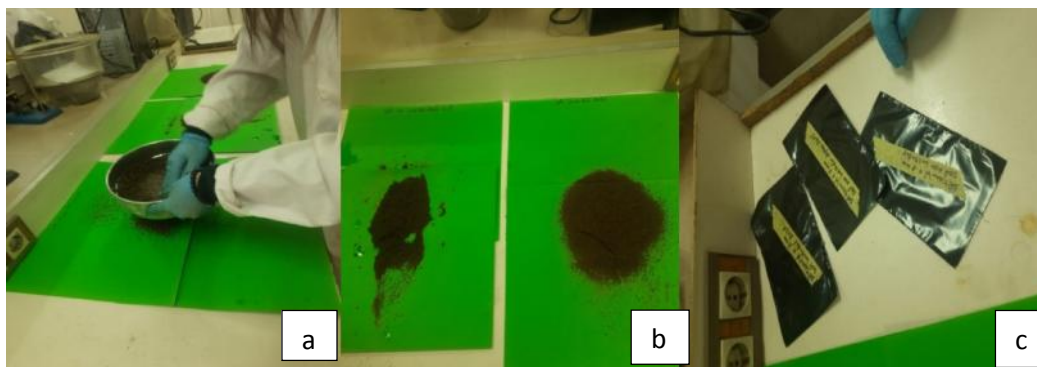


Figure 10 : Tamisage des sols incendiés et non incendiés (a,b,c).

#### 3.1 Mesure du pH

10g de sol tamisé est versé dans une bouteille de 50ml contenant 25ml d'eau distillée. La suspension obtenue est agitée pendant 30mn. La suspension est laissée pendant 2 heures pour décantée. La mesure du pH est, alors, réalisée avec l'appareil de mesure pH-mètre de paillasse Hanna (Figure 11).



Figure 11 : Mesure du pH du sol.

**3.2 Extraction des spores**

Afin de réaliser l'extraction des spores du sol, nous avons réalisé le protocole (Figure 12) suivant

1. 20g de sol est soumis à un tamisage humide dans une série de cinq tamis empilés dont le diamètre est de 2mm, 250  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  et 50  $\mu\text{m}$ . Le filtrat du sol retenu de chaque tamis est récupéré dans des boîtes de Pétri ;
2. 6ml de la solution de chaque filtrat est versé dans une éprouvette graduée et complété de 4 ml d'une solution glucosée (10g de sucre dans 100 ml d'eau distillée) à raison de deux répétitions pour chaque diamètre ;
3. La solution de 10ml obtenue est versée dans des tubes à essais et centrifugé à 3000t/mn pendant 10min
4. A la fin de la centrifugation, le surnageant a été récupéré à l'aide d'une pipette dans une boîte de pétri pour des observations à la loupe binoculaire et au microscope optique Zeiss
5. Les spores sont caractérisées et décrites selon les critères diamètre, couleur, forme et membrane.
6. Le comptage des spores pour 12ml de filtrat et selon le diamètre est réalisé dans une boîte de pétri quadrillée.

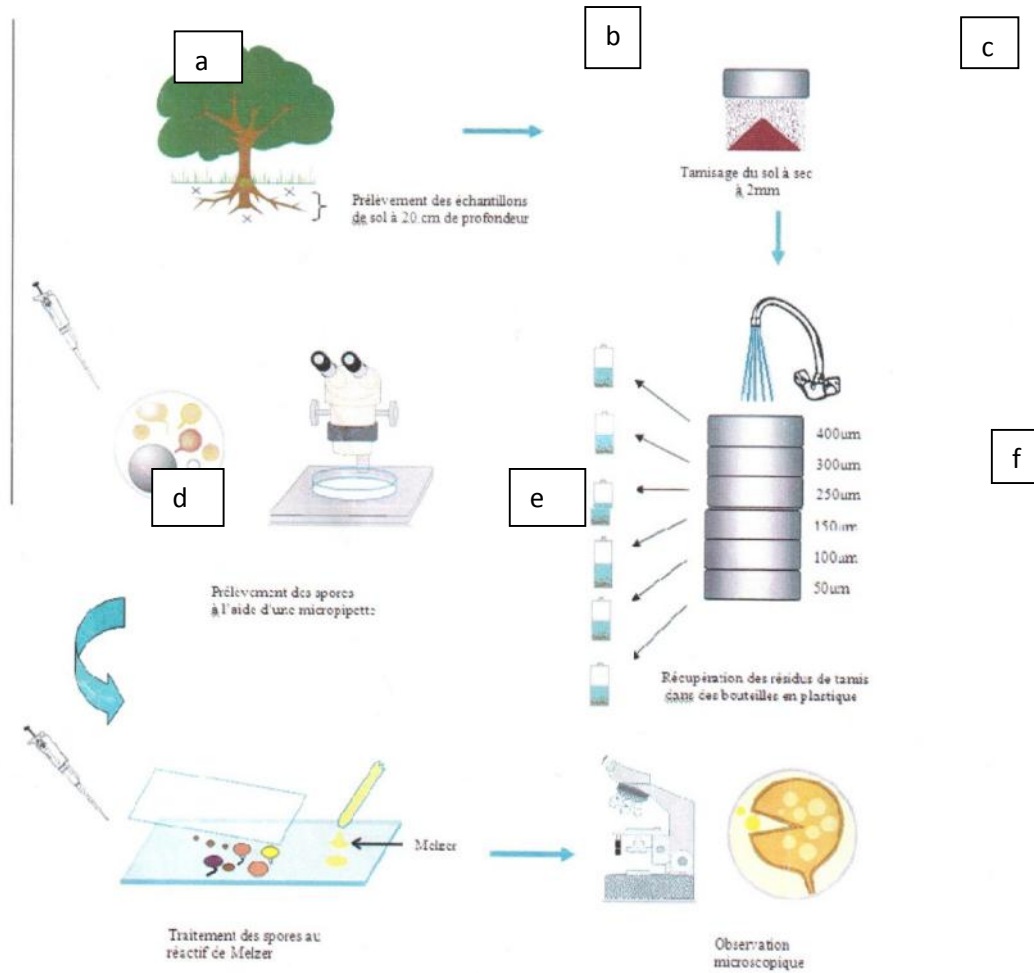


Figure 12 : Etapes d'extractions des spores du sol des trois stations (INVAM).

### 3.3 Observation microscopique

Une goutte du surnageant des spores isolées sont déposées sur la lame à l'aide d'une pipette, nous rajoutons successivement une goutte d'eau distillée (1), de Melzer, et couvrir avec une lamelle. La préparation est placée sous le microscope afin de déterminer (Figure 13):

- la forme des spores (sphérique, ovale, ronde, ect...). (Annexe 1).
- la couleur selon la formule exprimée en %, suivant un code couleurs défini par INVAM (Formule (%Cyan ;%Magenta ;% Yellow ;%Black)(Annexe 4).
- La position du noyau
- Présence ou non de dédoublement de paroi des spores
- Présence de filaments

Nous avons également déterminé la couleur selon que :

- ✓ Les spores sont naturellement colorées.
- ✓ les spores soit amyloïdes ou dextrinoïdes (elles réagissent au réactif de Melzer ou au Lugol). (Annexe 1)
- ✓ les spores sont cyanophiles (elles réagissent au bleu coton).
- ✓ les spores sont incolores.

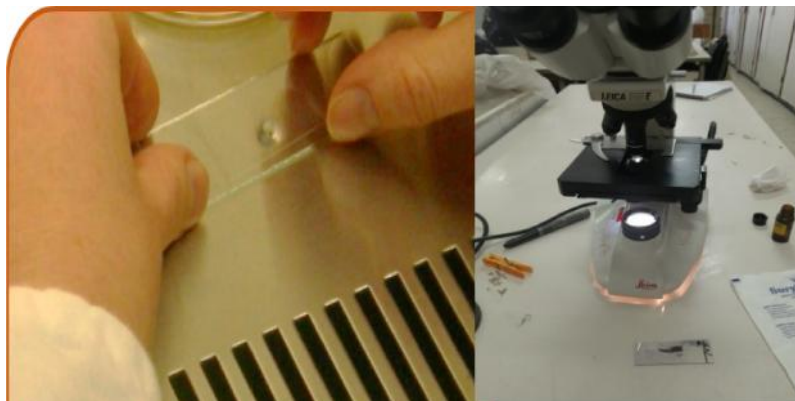


Figure 13 : Observation des spores sous microscope optique (Gx100 et X400).

#### 4. Isolement et description des bactéries et champignons :

L'isolement des bactéries et champignons s'est fait à partir des sols incendié et non incendié, collectée autour des racines du chêne liège (*Quercus suber* L.), ensemencés sur des milieux de culture (gélose nutritive et Sabouraud) en respectant toutes les conditions d'asepsie (Figure 14).

À fin de réaliser la culture de nos échantillons et éviter toutes éventuelles contaminations, nous avons procédé comme suit:

#### 4.1. Préparation des milieux de culture

- ) Etape 1 : La désinfection du matériel utilisé (bouteilles, tube à essai et embouts bleus et jaune)
- Etape 2 : Remplir les tubes à essai désinfectés avec 9 ml d'eau distillée et les bouteilles désinfectées avec 90 ml d'eau distillée.
- ) Etape 3 : mettre les tubes et les bouteilles remplis dans l'autoclave pour stérilisation pendant 20mn.

##### 4.1.1. Gélose nutritive.

Tableau 3: Les constituants de la Gélose nutritive (GN).

| Constituant         | Quantité |
|---------------------|----------|
| Peptone.            | 5g       |
| Extrait de viande.  | 1g       |
| Extrait de levure.  | 2g       |
| Chlorure de sodium. | 5g       |
| Agar-agar.          | 15g      |
| pH final: pH 6.8±7  |          |

- ) Mélanger les constituants cités dans le tableau(1) dans 1 litre d'eau distillée ;
- ) Mettre sur une plaque chauffante avec agitation pendant 2h afin que les constituants se dissolvent ;
- ) Verser le milieu dans des bouteilles stériles ;

- ) Puis les mettre dans l'autoclave à une pression de 15 lb (121 °C) pendant 20 minutes ;
- ) Ajouter 0.6mg d'Anti fongique (fluconazole) qui inhibera la poussée des champignons, ainsi on aura uniquement des colonies bactériennes dans la boîte ;
- ) Couler les boites de Pétri dans la hotte dans une zone stérile avec le bec benzène ;
- ) Laisser refroidir jusqu'à solidification du milieu ;
- ) Conserver les boites au réfrigérateur à +4 °C.

**4.4.2. Sabouraud :**

La préparation Sabouraud est réalisé selon la méthode de préparation de la gélose nutritive. L'antifongique a été remplacé par 0.5mg d'Antibiotique (Pénicilline G Benzathine) qui a pour fonction d'inhiber la poussée de bactéries dans la boîte pour stimuler les colonies fongiques.

Tableau 4: Les constituants du milieu Sabouraud.

| Constituant                        | Quantité |
|------------------------------------|----------|
| Peptone.                           | 10g      |
| Glucose massé                      | 20g      |
| Vitamine et facteurs de croissance | /        |
| Agar-agar.                         | 15g      |
| pH final: pH = 6                   |          |



Figure 14 : Conditions d'aseptise et préparation des milieux de culture

#### 4.1 Préparation de la solution mère :

Le milieu est obtenu par le protocole suivant :

1. 10 g du sol tamisé à 2 mm dans les bouteilles stériles contenant 90ml d'eau distillée ;
2. les suspensions obtenues sont agitées à 180 rpm pendant 30 minutes jusqu'à obtenir une solution homogène (solution mère).



Figure 15 : Solution mère du sol et agitation.

#### 4.2 Ensemencement décimal :

- ) A l'aide d'une micropipette de 1000 microlitre, nous avons prélevé 1ml de la solution mère qu'on nous avons versé dans le premier tube à essai considéré dilution  $10^{-1}$  ;
- ) nous avons prélevé de la dilution  $10^{-1}$  un volume de 1ml qu'on introduira dans le deuxième tube  $10^{-2}$ , la procédure est répétée jusqu'à obtention d'une série de dilutions jusqu'à  $10^{-8}$  (Figure 16).

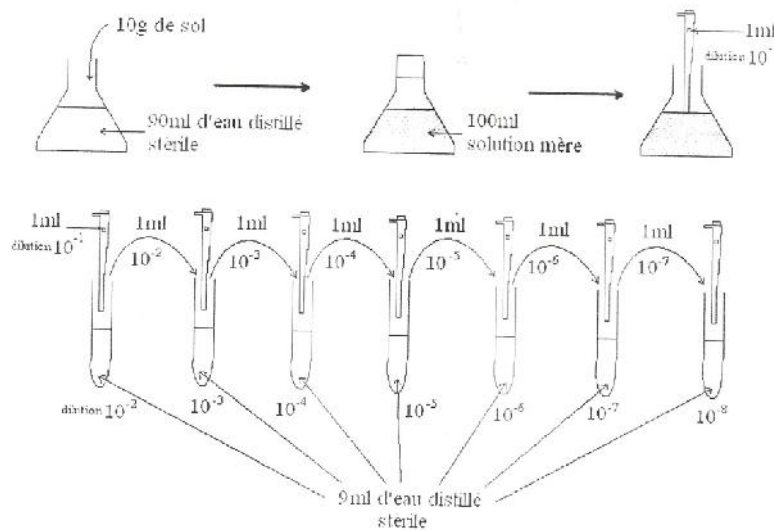


Figure 16 : Série de dilutions ( Agbodjato et al.2017).

) A l'aide d'une micropipette de 1000 microlitre, nous avons prélevé 100 ml de chaque dilution que nous avons étalé sur la surface des milieux de culture de gélose nutritive et de Saboraud (Sb) (Figure17).

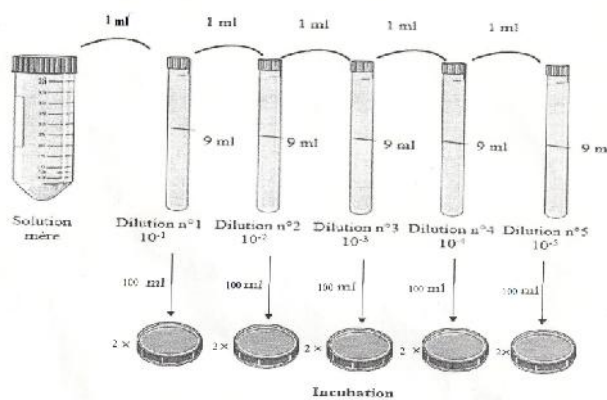


Figure17 : Ensemencement avec étalement sur milieu de culture

) Une fois les cultures terminées on les mets à incubation dans l'étuve à 28°C pendant 48h.



Figure 18: incubation des boîtes ensemencées après incubation de 24h.

- J) Suivi la poussée des bactéries après 48h
- Z les colonies bien distinctes sont prélevées et purifiées par repiquage sur ce même milieu de culture (Figure 19);
- Z faire ressortir les descriptions macroscopiques des différentes colonies ;
- Z Réalisation des frottis bactériens des échantillons afin d'observer au grossissement x1000, les différentes caractéristiques microscopiques des colonies isolées
- Z une coloration de Gram a été réalisée afin de distinguer les bactéries Gram+ des bactéries Gram- .

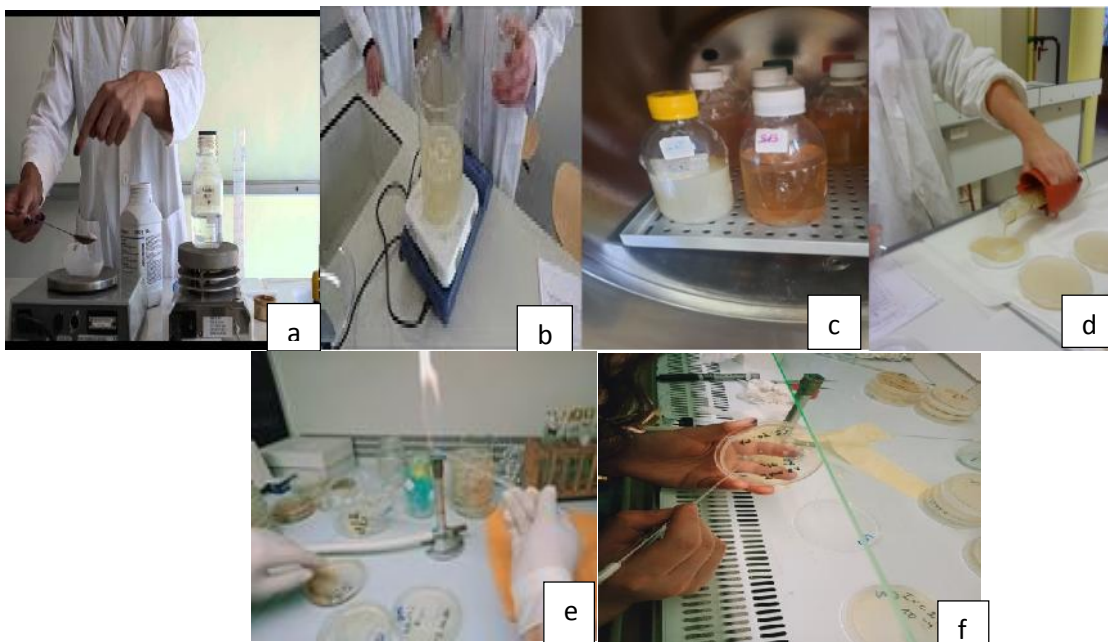


Figure 19 : Différentes étapes de Repiquage et de purification des colonies.

## 5. Caractérisation des souches bactériennes isolées :

### 5.1 Caractérisation morphologique

- ) **Examen macroscopique** : il permet d'observer à l'œil nu, les colonies bactériennes et noter les différents caractères culturaux (forme, opacité, contour, élévation et consistance).
- ) **Examen microscopique** : il se fait en se basant essentiellement sur l'état frais et la coloration de Gram.
  - a) **Etat frais** : permet d'observer les frottis bactériens pour déterminer la forme, l'arrangement des bactéries.
- **Réalisation d'un frottis bactérien**
  - Z Nettoyer une lame à l'alcool.
  - Z Déposer une goutte d'eau sur la lame.
  - Z Toucher une colonie à l'aide d'une pipette stérile pour prélever une colonie bactérienne distincte.
  - Z Frotter la pointe dans la goutte d'eau.
  - Z Passer 3 fois la lame dans la petite flamme du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur.
  - Z L'observation est réalisée au microscope photonique modèle Zeiss.

Puis le frottis est destiné à la coloration avec le bleu de méthylène ou à la coloration de Gram.

- b) **Coloration de Gram** : c'est une double coloration, qui permet de distinguer les souches bactériennes selon les constituants de la paroi (Figure 19)

#### Protocole :

1. Déposer quelques gouttes de solution de **violet de gentiane** (cristal violet) sur le frottis fixé, et laisser agir 1 minute.
2. Jeter l'excès de colorant dans un bécher puis rincer très brièvement en faisant couler de l'eau sur la lame au-dessus du frottis (pas directement sur le frottis).
3. Déposer quelques gouttes de Lugol sur le frottis. Le Lugol (composé iodé) permet de fixer le violet dans les bactéries et Laisser agir 1 minute.

4. Jeter la solution de Lugol dans un bécher et rincer brièvement à l'eau comme précédemment décrit.
5. Déposer quelques gouttes d'alcool sur la lame et laissé agir 10 seconde jusqu'à ce que le violet ne s'écoule plus du frottis puis rincer à l'eau.
6. Puis déposé quelque goutte de Fushine sur le frottis et laissé agir pendant 1 minute (la Fushine permet de visualiser les bactéries Gram- décolorées à l'étape précédente, elle est moins forte que le violet n'affecte pas la couleur des Gram+).
7. Rincer à l'eau et Laisser sécher à l'air.
8. Puis procédé à l'observation au microscope (grossissement x 400 ou, avec une goutte d'huile à immersion, au grossissement x 1000).

Les parois des bactéries Gram<sup>+</sup> apparaissent colorées en violet foncé tandis que celles des bactéries Gram<sup>-</sup> sont colorées en rose ou rouge pâle (Delarras, 2007).

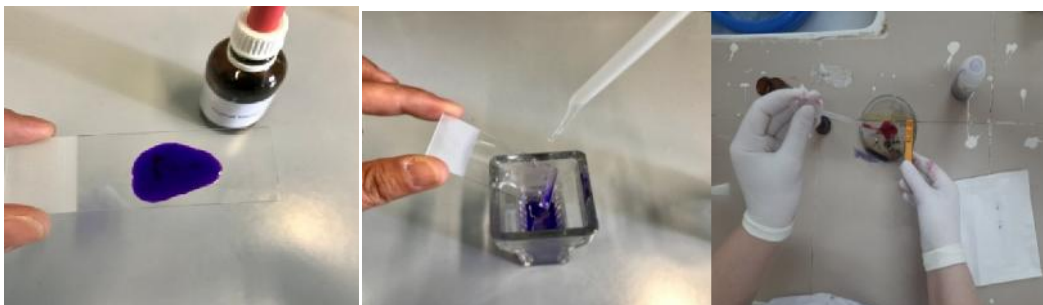


Figure 20 : Différentes étapes de la coloration Gram des bactéries

## 6. Caractérisation des souches de champignons isolées :

### 6.1 Caractérisation morphologique :

Les souches de champignons isolées ont été étudiées en nous basant sur les caractères macroscopiques tels que la vitesse de croissance, la texture et la couleur du thalle, la couleur du revers de la colonie et microscopiques tels que le corps ou le thalle de la moisissure (le mycélium et les spores). (Annexe 3).

La détermination des genres fongiques a été réalisée essentiellement selon les clefs de détermination de Botton (1990) ; Samson *et al.* , (1981) ; Guiraud (1998).

**) Examen macroscopique :**

L'étude morphologique des colonies a été basée sur les critères tels que la couleur de la colonie, la couleur du mycélium, la couleur du revers de la colonie et l'aspect de la colonie (Annexe 5 et 6).

**) Examen microscopique :**

Le protocole d'identification des souches est déterminé le plus souvent empiriquement et il est basé sur des schémas d'identification dichotomique classiques à partir des caractères culturels et des caractères morphologiques par observation microscopique à l'objectif X10, X40 (microscope optique Motic), selon les clés de détermination décrites par Botton *et al.*, (1990).

**a) Technique de prélèvement avec la pince :**

Dans une zone stérilisée au bec benzène dans une haute à flux laminaire, nous avons réalisé :

- Z le prélèvement de matériel fongique doit être réalisé en premier rapproché dans la partie la plus jeune du thalle c'est-à-dire en périphérie avec une pince fine qui a été flambée puis refroidie dans la gélose ;
- Z Déposer une goutte du bleu de lactophenol sur une lame propre. -le matériel fongique est alors déposé sur la goutte du bleu de lactophenol il peut être délicatement étalé avant de déposer la lamelle ;
- Z appliquer une légère pression sur la lamelle afin de finaliser le montage.

**b) Technique consiste à Découper un petit carré de gélose :**

- Z Prélever dans les mêmes conditions que précédemment un petit carré de gélose à l'aide d'une pointe lancéolé.
- Z à l'aide d'une pince fine est alors le carré de gélose déposé d'une à goutte du bleu de lactophenol sur la lame.

- Z Une lamelle est alors déposée au-dessus de matériel fongique celle-ci est passé au-dessus de la flamme du bec benzène, il s'agit alors de réduire la gélose, il faut faire attention à la projection du bleu de lactophenol celui-ci est toxique.
- Z Une légère pression peut alors être appliquée sur la lamelle pour finaliser le montage.
- Z A la fin des deux techniques, nous avons procédé à l'observer au microscope.



Figure 21 : Étapes de coloration des colonies de champignons isolées, purifiées.

### 7. Indice de similitude :

**Similitude de Jaccard :** Afin de comparer entre les communautés de micro-organismes (Spores des champignons, Bactérie et Champignons isolées) du sol sous suberaie incendiées et non incendiées, nous avons choisi de calculer l'indice de similitude de *Jaccard* dont la formule s'inscrit comme.

Suit : 
$$IJ = (a/a+b+c) * 100$$

a : nombre de taxon commun aux stations 1 et 2.

b et c : nombre de taxons présent uniquement et respectivement dans la station 1 et dans la station 2.

Cette analyse a été réalisée entre les variables décrites : spores, champignons et bactéries entre les trois sols d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune selon le facteur d'incendie. En effet, Geall&Coic(2006) rapportent que les indices de similarité permettent de comparer différents sites entre eux sur la base de leurs compositions et de l'abondance spécifique.

Cet indice IJ varie de 0 à 100 et ne tient compte que des associations positives.

$IJ > 50\%$  = Présence de similitude, affirme l'homogénéité.

$IJ < 50\%$  = Absence de la similitude, affirme l'hétérogénéité.

### 7. Traitements Statistiques :

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance avec le Logiciel R

# **Chapitre 3**

## **Résultats et Discussion**

**1. Analyse des paramètres mesurés du sol de chêne liège des trois stations d'étude :**

Les paramètres mesurés pour le sol du chêne liège sont les températures, le pH et l'humidité selon les 2 facteurs : incendié ; non incendié (Tableau 5).

Tableau 5 : Variation écologique (Températures, humidités et pH du sol) des trois zones d'étude, (2021).

| Zone d'étude       | Ath kheir (Mekla). |               | Iguersafène (Bouzeguène). |               | Benikhalfoun (Draa El-Mizane) |               |
|--------------------|--------------------|---------------|---------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|                    | Non incendié       | Incendié 2021 | Non incendié              | Incendié 2021 | Non incendié                  | Incendié 2021 |
| Température du sol | 12.7               | 18.6          | 23.03                     | 28.9          | 22                            | 24.8          |
| Humidité du sol    | 52.3               | 54.3          | 55.7                      | 32.1          |                               |               |
| pH du sol          | 7.69               | 8.15          | 6.44                      | 6.68          | 5.75                          | 7.65          |

**) Température du sol :**

Dans la station d'Ath kheir, la température moyenne du sol enregistrée au moment du prélèvement était de 12.7°C au niveau du sol non incendié et de 18.6°C dans le sol incendié. Le sol de la station d'Iguersafène, a accusé des valeurs moyennes de 23.3°C et de 28.9°C respectivement pour le sol non incendié et le sol incendié. Enfin, au niveau du sol de la station de Béni khalfoun les valeurs enregistrées étaient en moyenne de 22°C et de 24.8°C dans le sol non incendié et dans le sol incendié. Les chiffres mesurés traduisent des températures du sol plus important de 2 à 6 °c de différence entre les sols incendiés comparativement au sols et non incendiés dans les mêmes stations.

### ) L'humidité du sol :

Le taux d'humidité moyen du sol de la station d'Ath kheir a été de 52.3% pour le sol non incendié et 54.3% pour le sol incendié ; Le sol de la station d'Iguersafène a enregistré 55.7% pour le sol non incendié et 32.1% pour le sol incendié avec une différence significative de l'humidité en faveur des sols non incendié a été notée de l'ordre de 23.6%

### ) pH eau du sol :

Le pH du sol de la station d'Ath kheir, est légèrement basique à basiques ; le sol de la station d'Iguersafène avec un pH de 6.44 enregistré pour le sol non incendié et de 6.68 pour le sol incendié est classé neutre à légèrement basique. Par contre, le sol de la station Draa El Mizan, le pH du sol de 5.75 du sol non incendié et de 7.65 pour le sol incendié indique un écart important de sol acide à un sol légèrement basique dû probablement à l'effet de l'incendie.

## 2. Description des spores isolées.

L'examen stéréo-microscopique et microscopique des spores, nous a permis de distinguer une richesse sporale de 19 spores communs dans les trois sols des stations.

Au niveau du sol de la Station d'Ath kheir une richesse de 19 spores dans le sol incendié et 11 spores dans le sol non incendié. Le sol de la station de Iguersafène a enregistré une richesse de 13 spores dont 13 été présent dans le sol incendié et 10 spores dans le sol non incendiés. Le sol de la station de Beni Khalfoun a enregistré 6 Spores soit 04 spores dans le sol incendiés et 04 spores dans le sol non incendié.

### Morphotype de spores (M<sub>Sp</sub>) communes aux six sols des trois stations.

**M<sub>Sp</sub> 4 :** est de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse ((D) Figure 22)

**M<sub>Sp</sub> 11 :** est de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement ((M) Figure 22).

**2.1 Richesse sporale du sol de la station d'Ath kheir (Mekla) :****➤ Sol incendié**

**MSp 1** :est de forme ronde, de couleur verte (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec dédoublement (A)

**MSP2** : est de forme ronde et réticulée, de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec des dédoublements (B)

**MSP3** :est de forme globuleuse, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est verruqueuse avec un dédoublement en présence d'un pore germinatif(C).

**MSP4** :est de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60%Yellow ; 0%Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (D)

**MSP5** :est de forme anguleuse de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (E).

**MSP6** :est de forme larmiforme, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (F).

**MSP7** :est de forme globuleuse, de couleur noire (60% Cyan ; 80% Magenta ;100% Yellow; 10% Black) de diamètre de 250um. Double paroi avec un pore germinatif (I).

**MSP8** :estde forme Ellipsoïde biguttulée, de couleur marron (0% Cyan ;30% Magenta ;100% Yallow ;10% Black), de diamètre 250um (J).

**MSP9** :est de forme noduleuse rugueuse, de couleur orange (0%Cyan ; 10%Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black) de diamètre de 200um (K)

**MSP10** :est de forme anguleuse réticulée de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 100um (L).

**MSP11** :est de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement (M).

**➤ Sol non incendié**

**MSP1** :est de forme ronde, de couleur verte (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec dédoublement (A)

**MSP2** :est de forme ronde et réticulée, de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec des dédoublements (B)

**S3** :eMSpt de forme globuleuse, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est verruqueuse avec un dédoublement en présence d'un pore germinatif(C).

**MSP4** :est de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60%Yellow ; 0%Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (D)

**MSP5** :est de forme anguleuse de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (E).

**MSP6** :est de forme larmiforme, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (F).

**MSP7** :est de forme globuleuse, de couleur noire (60% Cyan ; 80% Magenta ;100% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 250um. Double paroi avec un pore germinatif (I).

**MSP8** :estde forme Ellipsoïde biguttulée, de couleur marron (0% Cyan ;30% Magenta ;100% Yallow ;10% Black), de diamètre 250um (J).

**MSP9** :est de forme noduleuse rugueuse, de couleur orange (0%Cyan ; 10%Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black) de diamètre de 200um (K)

**MSP10** :est de forme anguleuse réticulée de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 100um (L)

**MSP11** :est de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement (M).

**MSP18** :est de forme cylindrique, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 200um. La paroi est lisse. (T)

**MSP19** :est de forme allantoïde, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow;10% Black), de diamètre de150um. La paroi est lisse. (U).

## **2.2 Richesse sporale du sol de la station d'Iguersafène (Bouzeguène) :**

### **➤ Sol incendié**

**MSP1** :est de forme ronde, de couleur verte (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec dédoublement (A).

**MSP2** :est de forme ronde et réticulée, de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse avec des dédoublements (B).

**MSP4** :est de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60%Yellow ; 0%Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (D).

**MSP5** :est de forme anguleuse de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (E).

**MSP6** :est de forme larmiforme, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (F).

**MSP8** : est de forme Ellipsoïde biguttulée, de couleur marron (0% Cyan ;30% Magenta ;100% Yellow ;10% Black), de diamètre 250um (J)

**S9** : est de forme noduleuse rugueuse, de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black) de diamètre de 200um (K)

**MSP11** :est de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement (M).

**MSP12** :est de forme ovoïde réticulée, de couleur marron (0% Cyan ; 30% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (N)

**MSP15** :est de forme fusiforme, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 100um. La Paroi est lisse (Q).

**MSP17** :est de forme noduleuse Cristulée, de couleur orange (50% Cyan;10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black), de diamètre de 50um (S)

**MSP18** :estde forme cylindrique, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 200um. La paroi est lisse. (T)

**MSP19** :estde forme allantôïde, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de150um. La paroi est lisse. (U)

➤ **Sol non incendié**

**MSP4** :est de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (D)

**MSP5** :est de forme anguleuse de couleur vert (30% cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (E)

**MSP10** : est de forme anguleuse réticulée de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 100um (D)

**MSP11** : est de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement (M).

**MSP12** : est de forme ovoïde réticulée, de couleur marron (0% Cyan ; 30% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (N)

**MSP13** : est de forme Réniforme fusionnée, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 2mm(O).

**MSP14** : est de forme amygdaliforme, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 250um ( P)

**MSP15** : est de forme fusiforme, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 100um. La Paroi est lisse (Q).

**MSP16** : est de forme naviculaire, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 50um. La Paroi est lisse (R)

**MSP17** :est de forme noduleuse Cristulée, de couleur orange (50%Cyan;10% Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black), de diamètre de 50um (S).

### 2.3 Richesse sporale du sol de la station de Beni khalfoune (Draa El-Mizan)

#### ➤ Sol incendié

**MSP4** : de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse (D)

**MSP6** : de forme larmiforme, de couleur noire (60% cyan ; 80% Magenta ; 100% Yellow ; 10% Black). La paroi est lisse (F)

**MSP9** :de forme noduleuse rugueuse, de couleur orange (0%Cyan ; 10%Magenta ; 60%Yellow ; 0%Black) de diamètre de 200um (K)

**MSP10** : de forme anguleuse réticulée de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 100um (L).

**MSP11** : de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement (M).

**MSP17** : de forme noduleuse Cristulée, de couleur orange (50%Cyan ;10% Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black), de diamètre de 50um (S)

#### ➤ Sol non incendie

**MSP4** : de forme noduleuse de couleur orange (0% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0%Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse. (D)

**MSP10** : de forme anguleuse réticulée de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 100um. (L)

**MSP11** : de forme globuleuse, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black) de diamètre de 2mm. La paroi est lisse avec dédoublement. (M).

**MSP15** : de forme fusiforme, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 100um. La Paroi est lisse (Q).

**MSP17 :** de forme noduleuse Cristulée, de couleur orange (50% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black), de diamètre de 50um. (S).

**MSP18 :** de forme cylindrique, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 200um. La paroi est lisse. (T)

**MSP15 :** de forme fusiforme, de couleur vert (30% Cyan ; 0% Magenta ; 30% Yellow ; 10% Black), de diamètre de 100um. La Paroi est lisse (Q).

**MSP17 :** de forme noduleuse Cristulée, de couleur orange (50% Cyan ; 10% Magenta ; 60% Yellow ; 0% Black), de diamètre de 50um (S).

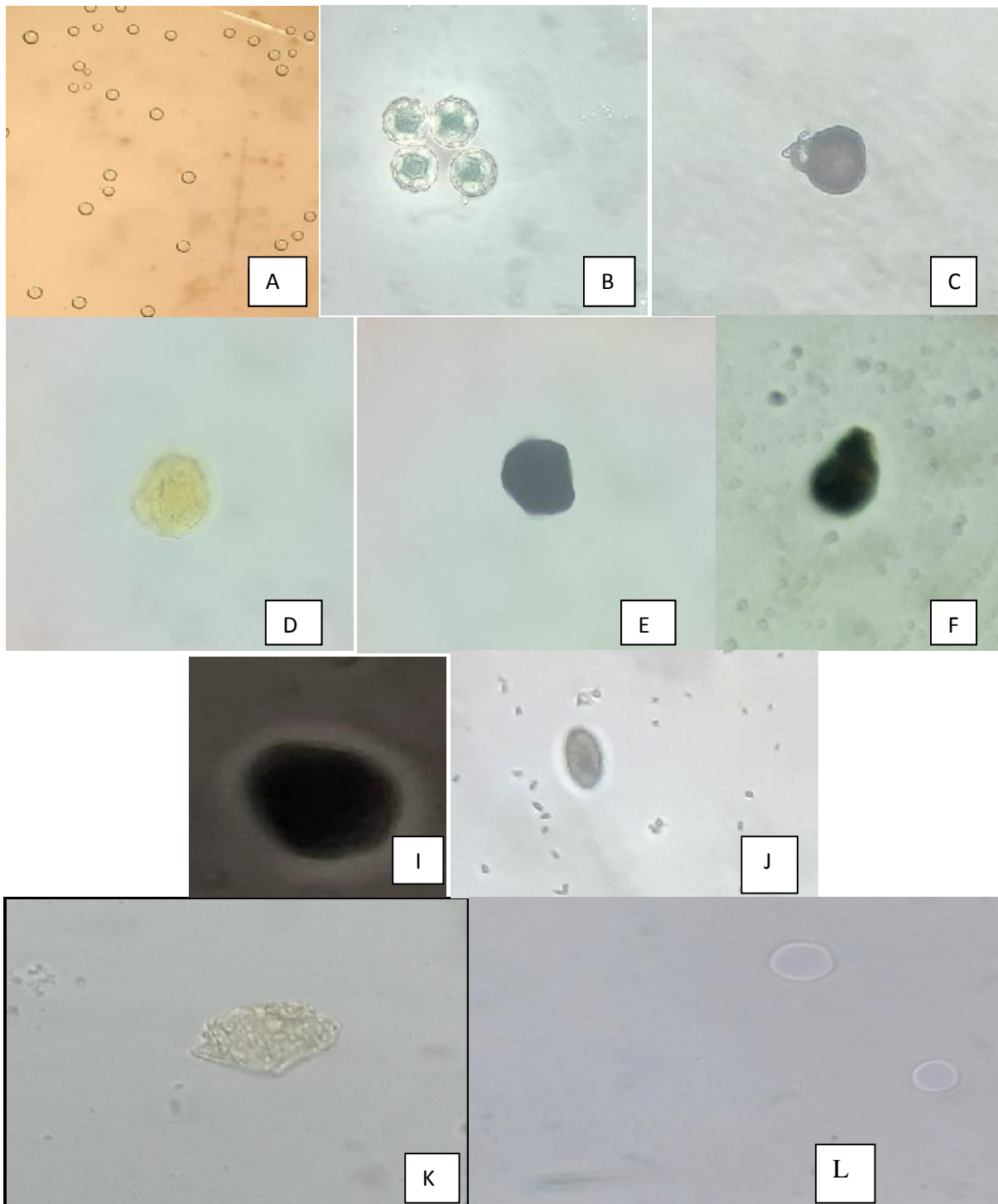
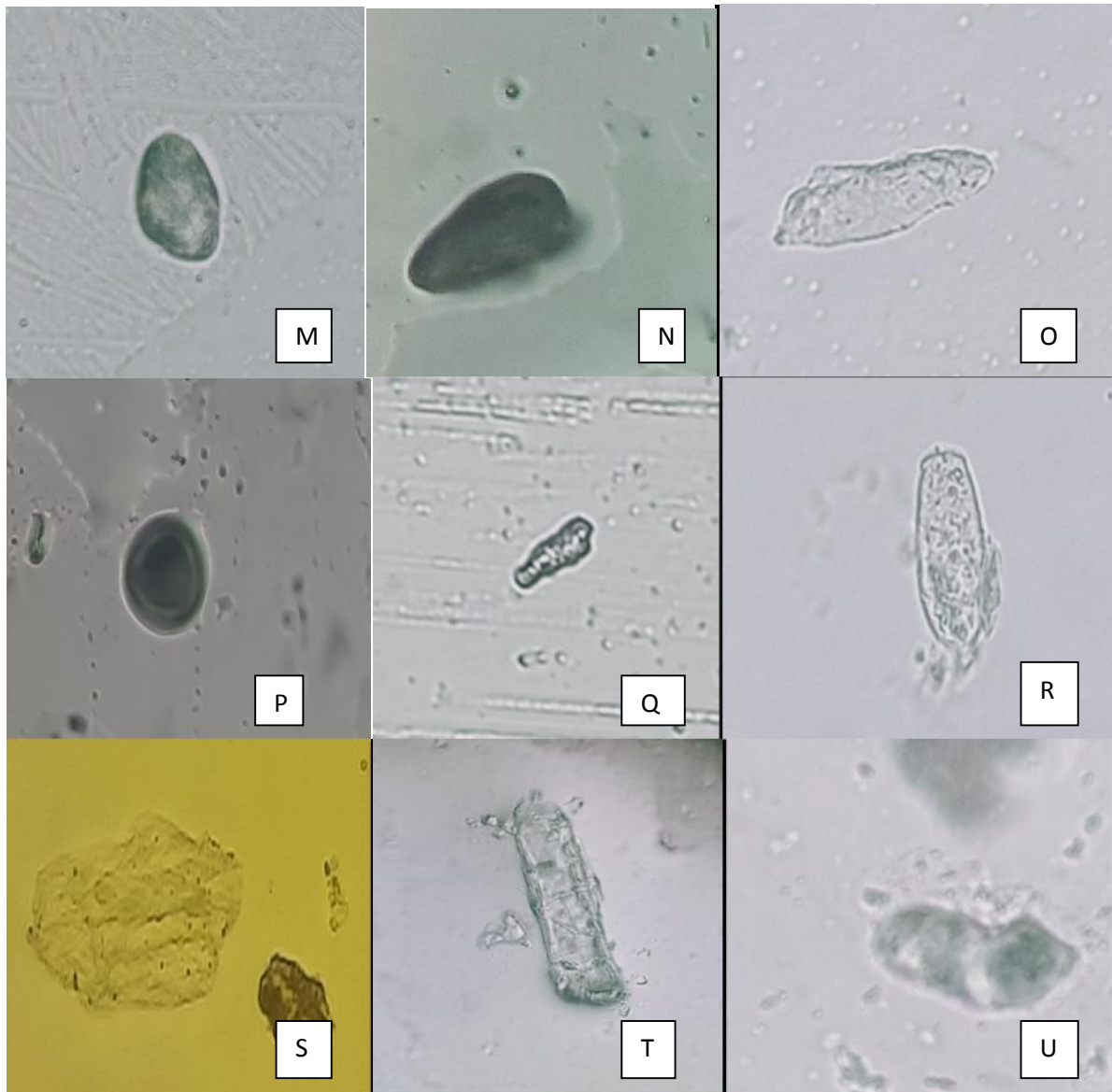


Figure 22 : Aspect des 19 types de spores retrouvées dans le sol (incendié, non incendié) des trois stations ( A :MSP1, B:MSP2 , C:MSP3 , D :MSP4, E :MSP5, F :MSP6, I:MSP7, J:MSP8, K :MSP9, L :MSP10, M :MSP11, N :MSP12, O :MSP13, P :MSP14, Q :MSP15, R :MSP16, S: MSP17, T: MSP18 ,U :MSP19).



Suite Figure 22 : Aspect des 19 types de spores retrouvées dans le sol (incendié, non incendié) des trois stations ( A : **MSp** 1, B:MSP2 , C:MSP3 , D :MSP4, E :MSP5, F :MSP6, I :MSP7, J :MSP8, K :MSP9, L :MSP10, M :MSP11, N :MSP12, O :MSP13, P :MSP14, Q :MSP15, R :MSP16, S: MSP17, T: MSP18 ,U :MSP19).

### 3. Description des souches bactériennes du sol


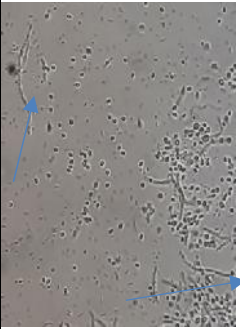
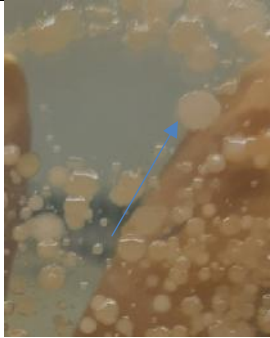
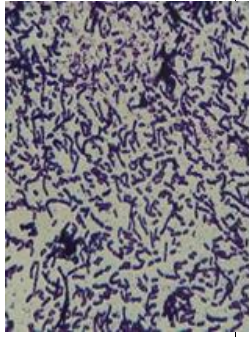

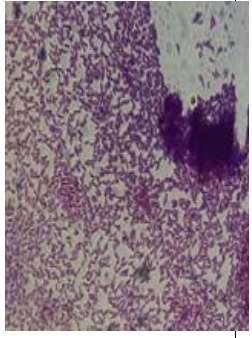
La caractérisation macroscopique et microscopique des souches bactériennes isolées sur le milieu gélose nutritive (GN) bactéries, nous a permis d'enregistrer une richesse bactérienne de 23 souches dans les six sols des trois stations.




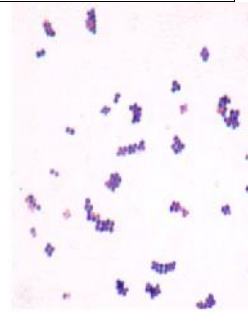

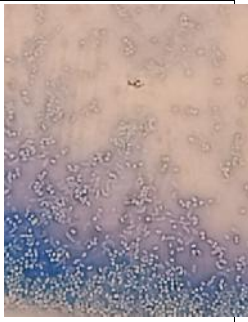
Nous avons pu distinguer 11 souches bactériennes dans la station d'Ath kheir à savoir 06 souches dans le sol incendié et 05 souches dans le sol non incendié. Le sol de la station d'Iguersafèna enregistré une richesse de 12 souches bactériennes soit 07 dans le sol incendié et 05 dans le sol non incendié. La richesse bactérienne retrouvée dans le sol de la station de Beni Khalfoun a été de 09 souches bactériennes avec 04 dans le sol incendié et 05 dans le sol non incendié.

Les cultures obtenues sur le milieu d'isolement gélose nutritif pour chaque échantillon ont révélé l'apparition des colonies transparentes, jaunes, bombées, de contour régulier, irrégulier. Le tableau (Tableau 6) exprime la richesse et les caractéristiques macroscopiques et microscopiques des différentes souches de Bactéries observées dans les différents sols.


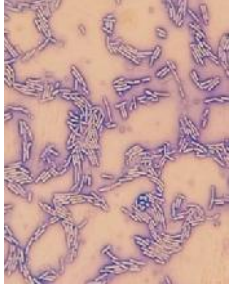

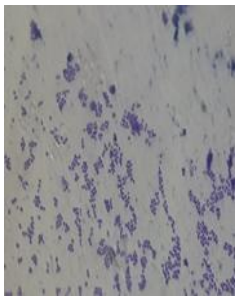

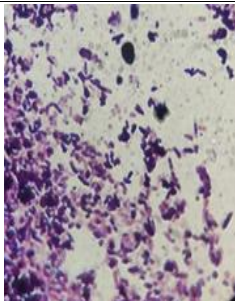

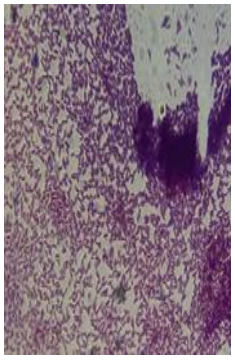
Tableau 6 : Description macroscopique et microscopiques des bactéries observées dans :

**Sol non incendié de la Station Ath kheir (Mekla)**

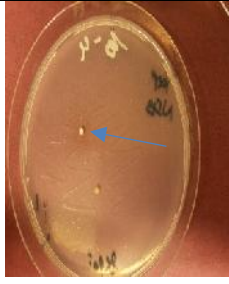
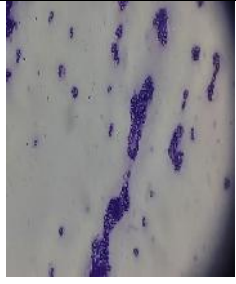

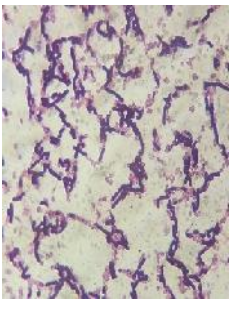
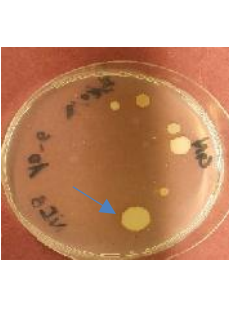
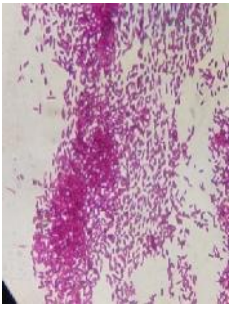

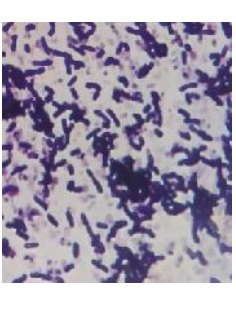
| La souche       | Caractéristique macroscopique  | Figure  | Caractéristique microscopique<br>Forme /Gram                                  | Figure  |
|-----------------|--|---|---|---|
| Streptocoque    | Des très petites colonies crèmes ;<br>ronde ;<br>lisses et bombés<br>avec un contour<br>régulier sur la<br>gélose nutritive. |   | Présence des<br>Coccien<br>chainette<br>(Streptocoque)<br><br>(Frottis frais) |   |
| Bacilles<br>sp1 | Grosses colonies<br>de couleur grise,<br>lisses et aplaties<br>avec un contour<br>irrégulier.                                |  | Bacilles en<br>chainette<br>Gram+   |  |
| Bacilles sp2    | Petites colonies<br>rondes,<br>blanchâtres, lisses<br>et bombées à<br>contour régulier.                                      |  | Bacilles<br>Gram-   |  |

|                         |   |  |   |  |
|-------------------------|---|--|---|--|
| <p>Bacilles sp3</p>     | <p>Colonies crèmes, ronde ; bombées et lisses de taille moyenne, avec un contour régulier sur la GN</p> |   | <p>Petites bacilles<br/>(Frottis frais)</p> |   |
| <p>Staphylocoque</p>    | <p>Colonies jaunes, bombée ; ronde et lisse, avec un contour régulier sur la gélose nutritive.</p>      |   | <p>Staphylocoque</p>                        |   |
| <p>Coccobacille sp1</p> | <p>Petite colonies ronde ; blanche et aplaties avec un contour régulier sur la gélose nutritive.</p>    |  | <p>Coccobacilles<br/>(Bleu de méthyle)</p>  |  |

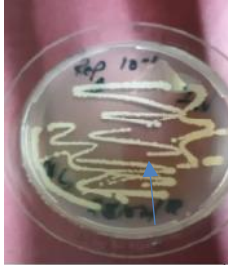
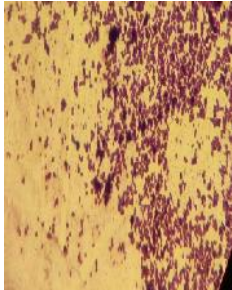

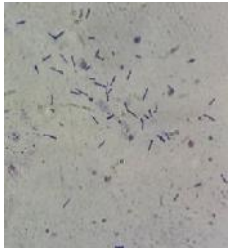

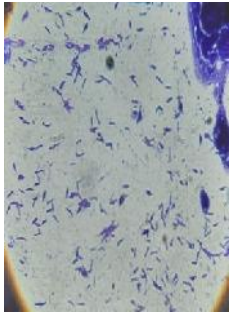
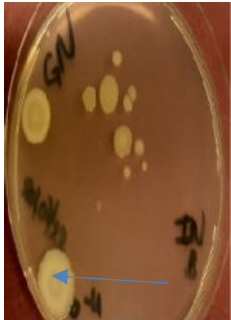
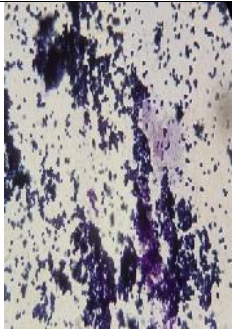
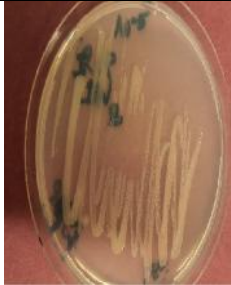
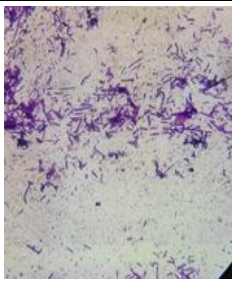
**Sol incendié en 2021 de la Station Ath kheir (Mekla) :**

| La souche    | Caractéristiques macroscopiques  | Figure  | Caractéristique microscopique                  | Figure  |
|--------------|--|---|--|---|
| Bacilles sp4 | Grandes colonies de couleur crème, lisses et aplaties, avec un contour irrégulier.                     |    | Gros bacilles en amas<br><br>(Bleu de méthyle) |    |
| Cocci sp1    | Colonies grises à la surface avec un contour transparent ; de taille moyenne avec un contour régulier. |   | Cocci en chênette<br>Gram+                     |   |
| Bacilles sp5 | Colonies blanche de taille moyenne et lisse, avec un contour régulier.                                 |  | Bacilles<br>Gram+                              |  |
| Bacilles sp6 | Gross colonies crème, ovale, lisses, avec un contour régulier sur la gélose nutritive.                 |  | Bacilles<br><br>Gram-                          |  |

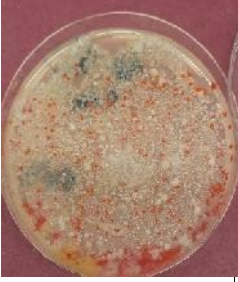

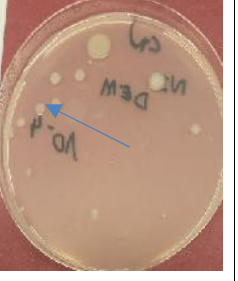
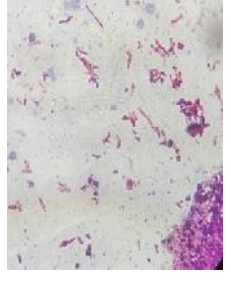

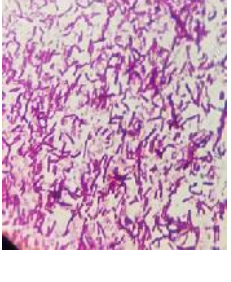
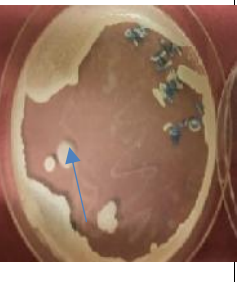
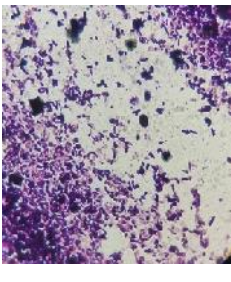


|                     |   |   |  |   |
|---------------------|---|---|--|---|
| <p>Cocci sp1</p>    | <p>Petite colonie blanche ronde, avec contour régulier sur la gélose.</p>                                     |    | <p>Cocci isolée<br/>Diplocoques<br/>Staphylocoque<br/>Gram -</p> |    |
| <p>Bacilles sp3</p> | <p>Grosses Colonies grises, aplaties, à contour irrégulier (sur la gélose nutritive).</p>                     |    | <p>Gros Bacilles en chaine<br/>Gram +<br/>Gram -</p>             |    |
| <p>Bacilles sp4</p> | <p>Colonies crèmes, rondes, aplaties de grande taille avec un contour irrégulier sur la gélose nutritive.</p> |   | <p>Petite Bacilles<br/>Gram-</p>                                 |   |
| <p>Bacilles sp5</p> | <p>colonies grise de taille moyenne, lisse, et aplatie, avec contour régulier (sur la gélose nutritive).</p>  |  | <p>Gros bacilles isolée, en paire ou en amas.<br/>Gram -</p>     |  |


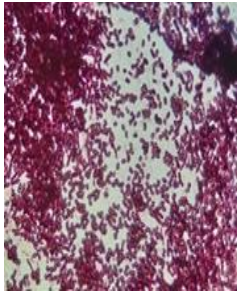

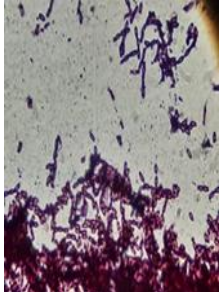
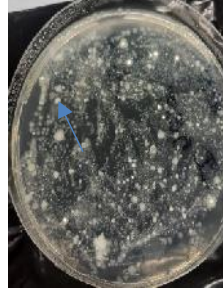
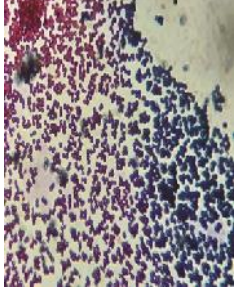

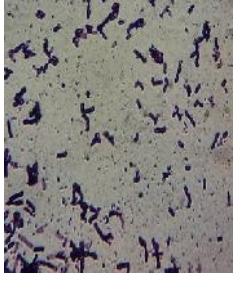

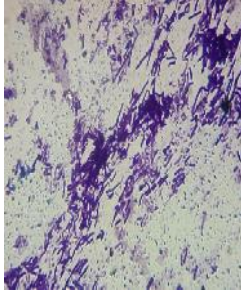
Sol incendie de la Station Iguersafène (Bouzeguene)

| souche       | Caractéristique Macroscopique   | Figure  | Caractéristique Microscopique               | Figure  |
|--------------|---|---|---|---|
| Cocci sp2    | colonies blanchâtres, ronde, lisse, de taille moyenne et a contour régulier (sur la gélose nutritive) |    | Cocci isolée<br>Gram +                      |    |
| Bacilles Sp6 | Très petites colonies, rondes, crèmes avec un contour irrégulier sur la gélose.                       |   | Bacilles<br>En chainettes<br>Gram +         |   |
| Bacilles sp7 | Petites colonies blanches lisse, bombées, avec contour irrégulier sur la gélose.                      |  | Bacilles<br>Gram+                           |  |
| Cocci sp3    | Grosses colonies rugueuses grises à la surface avec un contour blanc irrégulier                       |  | Cocci isolés, en paire et en amas<br>Gram + |  |
| Bacilles sp8 | Tapis de grosses Colonies crème lisses aplaties.  |  | Bacilles en chainette<br>Gram+              |  |

Sol non incendié Station de Beni Khalfoune (Draa El-Mizane)

| souche            | Caractéristique Macroscopiques   | Figure  | Caractéristiques microscopiques    | Figure  |
|-------------------|--|---|------------------------------------|---|
| Bacilles sp1      | Petites colonies orange aplaties, lisses, avec un contour irrégulier.                                  |    | Bacilles isolés, en paire. Gram -  |    |
| Coccobacilles sp1 | Colonies grise, ovale, lisse, et aplaties de taille moyenne  |   | Coccobacilles En chainettes Gram - |   |
| Bacilles sp2      | Petites colonies crèmes, lisse et aplaties avec un contour irrégulier sur la gélose nutritive.         |  | Gros bacilles en chaine Gram-      |  |
| Bacilles sp3      | Colonies grise de taille moyenne, lisse, et aplaties, avec contour régulier (sur la gélose nutritive). |  | Bacilles Gram +                    |  |

Sol incendié de la Station de Beni Khalfoune (Draa El-Mizane)

| La souche         | Caractéristiques Macroscopique   | Figure  | Caractéristique microscopique                                | Figure  |
|-------------------|--|---|--|---|
| Coccobacilles sp2 | Très grosses colonies aplaties avec une surface grise et un contour blanc irrégulier sur la gélose.    |    | Coccobacilles isolée, en paire et en chaînette.<br><br>Gram- |    |
| Coccobacilles sp3 | Colonies grises, ovale, de tailles moyennes aplaties avec un contour irrégulier.                       |   | Coccobacilles<br>En paire et en chaînette<br>Gram -          |   |
| Cocci sp1         | Petites colonies blanches, aplaties, lisse et à contour régulier.                                      |  | Cocci isolée, en paires et en chaînettes<br>Gram1+           |  |
| Bacille sp4       | Colonies grises, lisses et aplaties de taille moyenne avec un contour irrégulier.                      |  | Gros bacilles en paire ou en chaînes<br>Gram+                |  |
| Bacilles sp5      | Colonies grises à la surface avec un contour transparent ; de taille moyenne avec un contour régulier. |  | Bacilles<br>Gram +   |  |

Les résultats ont permis de mettre en évidence la présence d'une richesse relativement importante de bactéries à **Gram positif** et **Gram négatif**. Elles se présentent sous plusieurs formes de Bacilles, Cocci, Coccobacille, Staphylocoque et de streptocoque.

Selon la description macroscopique et microscopiques des bactéries suivant résume l'aspect microscopique des souches bactériennes présentes dans les trois stations nous avons enregistré la présence de 11 souches dans le sol de la station d'Ath kheir avec 6 souches bactérienne dans le sol non incendié sont : Streptocoque, Bacilles Sp1, Bacilles Sp2, Bacilles Sp3, Staphylocoque, Coccobacille Sp1 et 5 souches dans le sol incendié : Bacilles Sp4, Bacilles Sp5, Bacilles Sp6, Cocci Sp1, Cocci Sp2.

Une richesse de 12 souches ont été observé dans le sol de la station d'Iguersafène avec 7 souches bactériennes dans le sol non incendié : Bacilles Sp1, Bacilles Sp2, Bacilles Sp3, Bacilles Sp4, Bacilles Sp5, Streptocoque, Cocci Sp1. Et 5 souches dans le sol incendié : Bacilles Sp6, Bacilles Sp7, Bacilles Sp8, Cocci Sp2, Cocci Sp3.

Neuf (9) souches dans la station de Beni khalfoune dont 4 souches bactériennes dans le sol non incendié : Bacilles Sp1, Coccobacilles Sp1, Bacilles Sp2, Bacilles Sp3. Et 5 souches dans le sol incendié : Coccobacilles Sp2, Coccobacilles Sp3, Cocci Sp1, Bacilles Sp4, Bacilles Sp5.

Nous pouvons noter que les sols incendiés et non incendiés de la même station n'ont présenté aucune souche bactérienne identique.

#### **4. Description des souches de champignons isolés et cultivés**

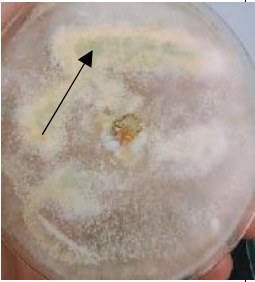

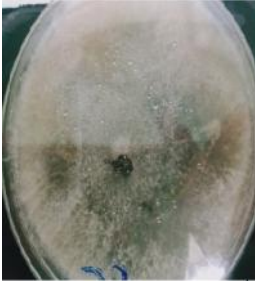
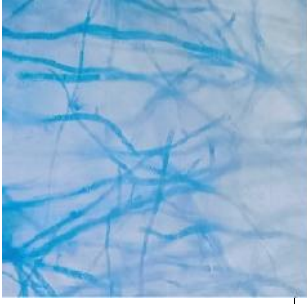
Un total de 38 isolats fongiques a pu être isolé sur le milieu Sabouroud (Sb). A partir du sol de la station Ath kheir, 11 isolats fongiques soit 05 dans le sol incendié et 06 dans le sol non incendié ont été observés, le sol de la station d'Iguersafène a enregistré 13 isolats fongiques soit 07 dans le sol incendié et 06 dans le sol non incendié et le sol de la station de Beni Khalfouns'est distingué avec le plus grand nombre d'isolats fongiques soit 07 dans le sol incendié et 07 dans le sol non incendié totalisant 14 souches fo,giques.


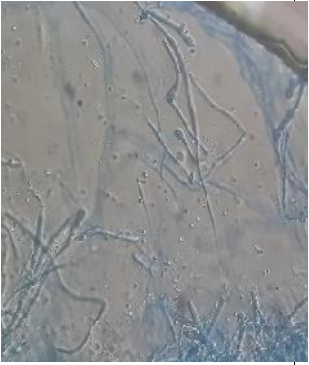



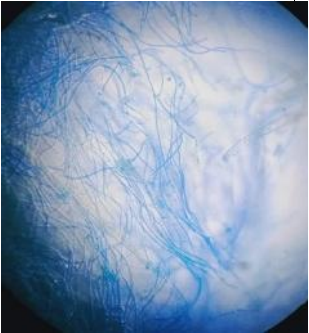
Les champignons isolés et décrit selon le critère de couleurs (crèmes, vertes, blanches, grises, jaunes, beiges, noires, orange, marron, moutard ...), en présence des mycéliums et revers de différentes couleurs les caractéristiques microscopiques sont présentés dans le Tableau 7.

Tableau 7: description macroscopiques et microscopiques des champignons cultivés :

Sol non incendié de la Station de Ath kheir (Mekla)

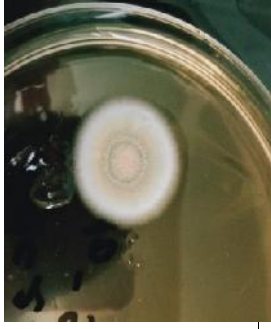

:

| Les souches fongiques    | Caractéristique Macroscopique   | Figures   | Caractéristiques Microscopiques                  | Figures   |
|--------------------------|---|---|--|---|
| <i>Trichophyton sp 1</i> | Colonies vertes claires ;<br>poudreuses<br>1Mycélium aérien crevette ;<br>Revers blanchâtre ;<br>Croissance rapide. |    | Thalles siphonnés<br><br><i>Trichophyton sp1</i> |    |
| <i>sp1</i>               | Colonies cotonneuses ;<br>Mycélium aérien blanc ;<br>Revers blanchâtre ;<br>Croissance rapide.                      |  | Thalle siphonnée<br><br><i>sp1</i>               |  |

|                                       |   |   |  |   |
|---------------------------------------|---|---|--|---|
| <p><i>Rhizopus</i><br/><i>sp1</i></p> | <p>Colonies blanches ;<br/>Mycélium condensé<br/>Blanc ;<br/>Revers blanchâtre ;<br/>Croissance rapide.</p>       |    | <p>Thalles siphonnés<br/><i>Rhizopus sp1</i></p> |    |
| <p><i>sp2</i></p>                     | <p>Colonies blanches<br/>Cotonneuses;<br/>Mycélium aérien blanc;<br/>Revers jaunâtres;<br/>Croissance rapide.</p> |   | <p>Thalles siphonnés<br/>+ hyphes cloisonnés</p> |   |
| <p><i>sp3</i></p>                     | <p>Colonies marron ;<br/>Mycélium aérien blanc ;<br/>Revers blanchâtre ;<br/>Croissance rapide.</p>               |  | <p>Thalles siphonnés</p>                         |  |


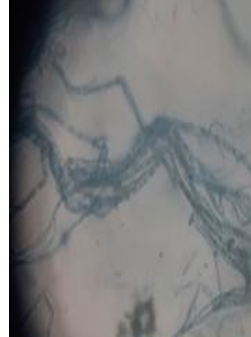

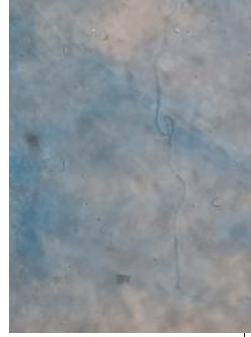

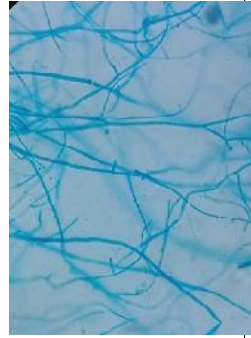
Sol incendie 2021 :





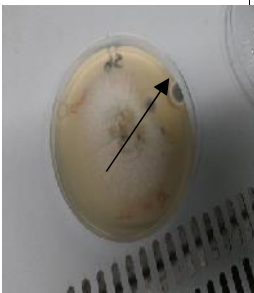
| souches fongiques      | Caractéristiques macroscopiques  | Figures   | Caractéristiques Microscopiques                         | Figures   |
|------------------------|--|---|---|---|
| <i>Rhizopus sp2</i>    | Colonies Beiges masquées par des têtes sporifères noires ; Mycélium aérien revers jaunes ; croissance lente. |    | Sporangium sporonguiphore                               |    |
| <i>Rhizopus sp3</i>    | Colonies du veteux Laineuses Mycélium de substrat ; revers blanches ; croissance lente.                      |   | <i>Rhizopus</i> Thalles siphonnés+ Sporange +des spores |   |
| <i>sp4</i>             | Colonies blanches crévés Mycélium blanc ; Revers jaunes ; Croissance rapide.                                 |  | Thalle siphonné <i>sp4</i>                              |  |
| <i>Aspergillus sp1</i> | Colonies blanches cotonneuses; Mycélium blanc ; Revers blanchâtres Croissance lente.                         |  | <i>Aspergillus sp1</i>                                  |  |

|   |  |   |                                |   |
|---|--|---|--------------------------------|---|
| <p><i>Aspergillus</i><br/><i>sp 2</i></p> | <p>Colonies beiges<br/>poudreuses ;<br/>Mycélium blanc ;<br/>revers<br/>blanchâtre ;<br/>Croissance lente.</p> |  | <p><i>Aspergillus sp 2</i></p> |  |
|---|--|---|--------------------------------|---|

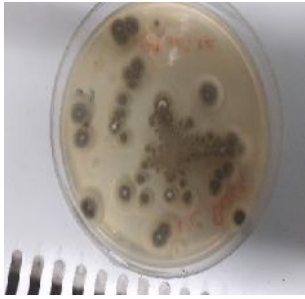

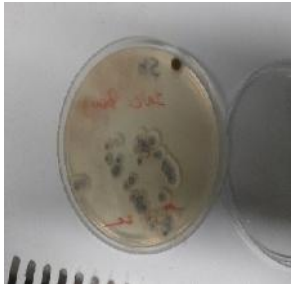
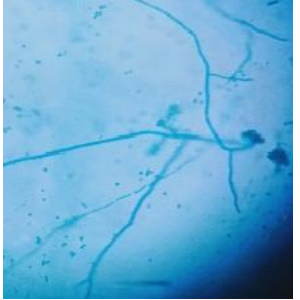


**Station 2 : Iguersafène (Bouzeguene)**

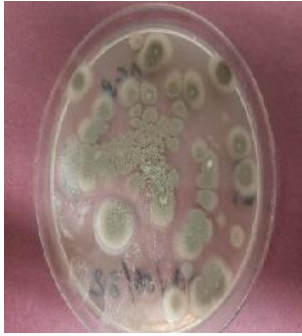


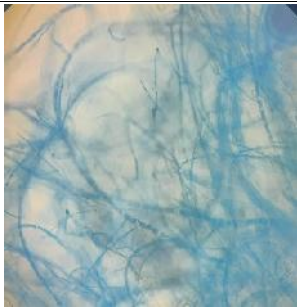




**Sol non incendié :**

| Les souches<br>fongiques | Caractéristique<br>Macroscopique   | Figures   | Caractéristiques<br>Microscopiques                 | Figures   |
|--------------------------|--|---|--|---|
| <p><i>sp5</i></p>        | <p>Colonies<br/>poudreuses ; de<br/>colleurs vertes ;<br/>Mycélium de<br/>couleur<br/>Vert claire ;<br/>revers beige ;<br/>croissance lente.</p> |   | <p>Thalle<br/>Cloisonnée<br/><i>sp5</i></p>        |   |
| <p><i>sp6</i></p>        | <p>Colonies<br/>poudreuses<br/>grises ;<br/>Mycélium<br/>claire ;<br/>revers beige ;<br/>croissance lent.</p>                                    |  | <p>Thalle siphonnée<br/>+<br/>Hyphe cloisonnée</p> |  |
| <p><i>sp3</i></p>        | <p>Colonies<br/>cotonneuses ;<br/>Mycélium<br/>blanchâtre ;<br/>revers blanc ;<br/>croissance<br/>rapide.</p>                                    |  | <p>Thalle siphonnée<br/><i>sp3</i></p>             |  |

|                                |  |   |   |   |
|--------------------------------|--|---|---|---|
| <p><i>sp3</i></p>              | <p>Colonies<br/>cotonneuse ;<br/>Mycélium<br/>blanchâtre ;<br/>revers blanc ;<br/>croissance<br/>rapide.</p>                                 |    | <p>Thalle siphonnée<br/><i>sp3</i></p>              |    |
| <p><i>Trichophytos p2</i></p>  | <p>Des petites<br/>Colonies<br/>poudreuses verts<br/>foncées<br/>Mycélium<br/>blanchâtre ;<br/>revers blanc ;<br/>croissance<br/>rapide.</p> |    | <p><i>Trichophyton sp2</i></p>                      |    |
| <p><i>Trichophyton sp3</i></p> | <p>Colonie blanche<br/>revers jaune<br/>croissance lente.</p>  |  | <p>Thalle siphonnée<br/><i>Trichophyton sp3</i></p> |  |
| <p><i>Aspergillus sp3</i></p>  | <p>Colonie<br/>poudreuse ;<br/>Noire avec<br/>Mycélium<br/>beige ;croissance<br/>rapide.</p>   |  | <p><i>Aspergillus sp3</i></p>                       |  |




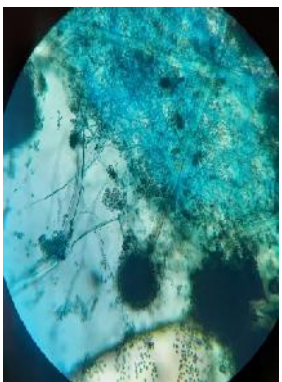


Sol incendie 2021 :


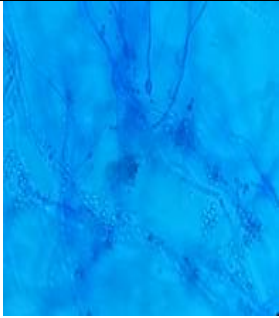

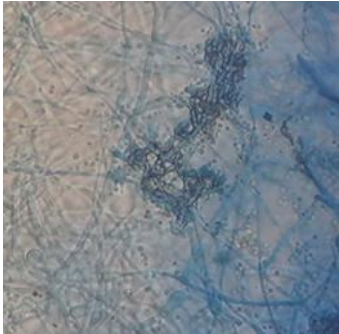

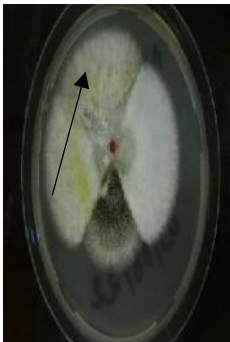
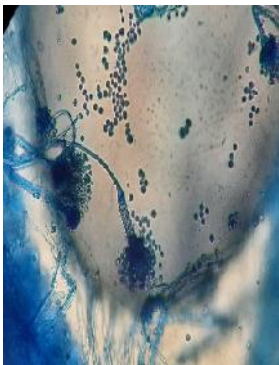
| Les souches fongiques   | Caractéristique Macroscopique   | Figures   | Caractéristiques Microscopiques            | Figures   |
|-------------------------|---|---|--|---|
| <i>Trichophyton sp4</i> | Colonie noire<br>Poudreuse ;<br>Mycélium blanc ;<br>revers blanc ;<br>croissance lente.           |    | Thalle siphonné<br><i>Trichophyton sp4</i> |    |
| <i>sp6</i>              | Colonie noire<br>poudreuse ;<br>Mycélium blanc ;<br>revers blanc ;<br>croissance lente.           |   | Thalle siphonnée                           |   |
| <i>Rhizopus sp4</i>     | Colonie cotonneuse<br>blanche ;<br>Mycélium aérien blanc ;<br>revers jaune ;<br>croissance rapide |  | Thalle siphonnée<br><i>Rhizopus sp4</i>    |  |

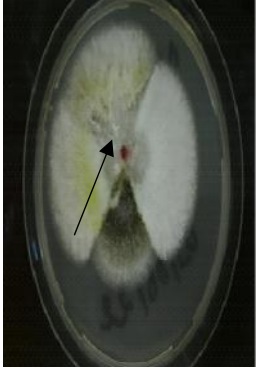

|                               |   |   |  |   |
|-------------------------------|---|---|--|---|
| <p><i>sp8</i></p>             | <p>Colonies vertes foncé<br/>poudreuse ;<br/>Mycélium blanchâtre ;<br/>revers blanc ;<br/>Croissance rapide</p> |    | <p><i>sp8</i></p>                                  |    |
| <p><i>sp9</i></p>             | <p>Colonie vert foncé<br/>poudreuse ;<br/>avec un contour noir.</p>   |    | <p>Thalle siphonnée<br/><i>sp9</i></p>             |    |
| <p><i>sp10</i></p>            | <p>Colonies cotonneuses ;<br/>Mycélium blanc masqué par des têtes sporifères marron ;<br/>croissance lent.</p>  |  | <p>Thalle siphonnée</p>                            |  |
| <p><i>Penicillium sp1</i></p> | <p>Colonies poudreuses vertes claires ;<br/>Mycélium plus clairerevers jaune ;<br/>croissance lente.</p>        |  | <p>Thalle siphonnée<br/><i>Penicillium sp1</i></p> |  |

Station 3 : Benikhalfoune (Draa El-Mizan)


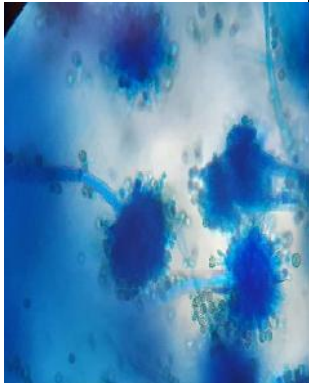

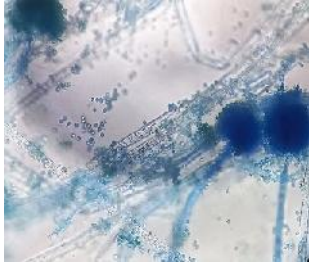


Sol non incendié :







| Les souches fongiques    | caractéristiques macroscopiques  | Figures   | Caractéristiques macroscopiques                             | Figures   |
|--------------------------|--|---|---|---|
| <i>Penicillium sp2</i>   | Colonies blanches laineuses ; Mycélium blanchâtre ; revers blanc ; Croissance rapide.                        |    | <i>Penicillium sp</i><br>Thalles cloisonnés<br>conidiospore |    |
| <i>Aspergillus niger</i> | Colonies blanches ; Mycélium blanc masqué par des têtes sporifères noires ; revers noir ; croissance rapide. |  | Thalles siphonnés<br><i>Aspergillus niger</i>               |  |
| <i>Trichophyton sp2</i>  | Colonies cotonneuses ; Mycélium blanc masqué par des têtes sporifères vertes ; croissance rapide.            |  | Thalles siphonnés<br><i>Trichophyton</i>                    |  |

|                                    |   |   |   |   |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| <p><i>Rhizopus sp5</i></p>         | <p>Colonies orange<br/>Laineuses ;<br/>revers orange ;<br/>croissance<br/>rapide.</p>   |    | <p>Thalles<br/>siphonnés<br/><br/><i>Rhizopus sp3</i></p> |    |
| <p><i>Aspergillus flavus 1</i></p> | <p>Colonies<br/>cotonneuses ;<br/>Mycélium aérien<br/>blanc ;<br/>revers<br/>blanchâtre ;<br/>croissance<br/>rapide.</p>                              |    | <p><i>Aspergillus<br/>flavus</i></p>                      |    |
| <p><i>sp11</i></p>                 | <p>Colonies rouges</p>  |  | <p><i>sp11</i></p>  |  |
| <p><i>Aspergillus flavus 2</i></p> | <p>Colonies<br/>cotonneuses<br/>blanches avec<br/>des tâches<br/>jaunes<br/>Mycélium<br/>blanc ;<br/>revers jaunâtre ;<br/>croissance<br/>rapide.</p> |  | <p><i>Aspergillus<br/>flavus 2</i></p>                    |  |

|                               |   |   |                               |   |
|-------------------------------|---|---|-------------------------------|---|
| <p><i>Aspergillus sp5</i></p> | <p>Colonies cotonneuses ;<br/>Mycélium blanc masqué par des têtes sporifères noires ;revers blanchâtre.</p> |  | <p><i>Aspergillus sp5</i></p> |  |
|-------------------------------|---|---|-------------------------------|---|

Sol incendie 2021 :

| Les souches fongiques          | Caractéristiques macroscopiques  | Figures   | Caractéristique microscopique                        | Figures   |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| <p><i>Aspergillus sp6</i></p>  | <p>Colonies poudreuses ;<br/>Mycélium blanc revers blanchâtre avec un couleur orange ;<br/>Croissance rapide</p> |   | <p><i>Aspergillus sp6</i></p>                        |   |
| <p><i>Aspergillus sp7</i></p>  | <p>Colonies laineuses blanches ; revers blanchâtre ;<br/>croissance rapide.</p>                                  |  | <p><i>Aspergillus sp7</i></p>                        |  |
| <p><i>Trichophyton sp4</i></p> | <p>Colonies cotonneuses blanches ;<br/>Mycélium rose ;<br/>revers rose claire ;<br/>croissance rapide.</p>       |  | <p>Thalles siphonnés<br/><i>Trichophyton sp4</i></p> |  |

|                                   |   |  |                                   |  |
|-----------------------------------|---|--|-----------------------------------|--|
| <p><i>Aspergillus flavus2</i></p> | <p>Colonies cotonneuse ;<br/>Mycélium blanc ;<br/>revers jaunâtre.<br/>Croissance rapide.</p>             |   | <p><i>Aspergillus flavus2</i></p> |   |
| <p><i>Aspergillus sp7.2</i></p>   | <p>Colonies moutarde poudreuses avec des points noirs ;<br/>Revers jaunâtre ;<br/>croissance rapide.</p>  |   | <p><i>Aspergillus sp7</i></p>     |   |
| <p>sp12</p>                       | <p>Colonies cotonneuses beiges ;<br/>Mycélium jaune claire ; revers jaunâtre ;<br/>croissance rapide.</p> |  | <p>Thalles siphonnés<br/>sp12</p> |  |

La synthèse des résultats obtenus de la description des champignons isolés sur milieu de culture a permis de dénombrer une richesse fongique de 39 isolats appartenant entre autre aux genres : *Trichophyton sp*, *Rhizopus sp*, *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, selon les caractères étudiés.

La communauté fongique du sol de la station d'Ath kheir a enregistré 10 souches fongiques ,5 souches fongiques ont été observé dans le sol non incendié à savoir *Trichophyton sp1*, *Rhizopus sp1*, *Rhizopus sp2*, *Rhizopus sp3*. Et 5 souches fongiques dans le sol incendié : *Rhizopus sp2*, *Rhizopus sp3*, *Rhizopus sp4*, *Aspergillus sp1*, *Aspergillus sp2*. Les résultats indiquent qu'il existe 2 souches bactériennes classées communes aux deux sols

La communauté du sol de la station d'Iguersafène a révélé 14 souches fongiques dont 7 souches présentes dans le sol non incendié : *sp5*, *sp6*, *sp3*, *Trichophyton sp2*, *Trichophyton sp3*, *Aspergillus sp3*. et 7 souches fongiques dans le sol incendié : *Trichophyton sp4*, *sp6*, *Rhizopus sp4*, *sp8*,

*sp9, sp10, Penicillium sp1*. Les résultats indiquent qu'il existe une seule souche bactérienne commune aux deux sols.

Une richesse de 15 souches fongiques a été répertoriée dans le sol de la station de Beni khalfoune avec 8 souches dans le sol non incendié : *Penicillium sp2, Aspergillus niger 1, Aspergillus niger 2, Trichophyton sp2, Rhizopus sp5, Aspergillus flavus, sp11, Aspergillus sp1, Aspergillus sp5*. Et 7 souches dans le sol incendié : *Aspergillus sp6, Aspergillus sp7.2, Trichophyton sp4, Aspergillus flavus 2, sp6, sp12*.

Nos résultats rapportent qu'une seule souche bactérienne est commune aux deux sols de la même station.

Les indices de Jaccard calculés inférieurs à 50%, confirment l'absence de la similitude entre les différentes communautés bactériennes confirmant l'absence de la similitude et donc un Turn-Over de la communauté sporale sauf pour la communauté des sols non incendiés et incendiés de Beni Khalfoune et celle d'Iguersafène non incendiés et incendiés dont l'indice enregistré est supérieur à 50% (Tableau 8).

Tableau 8 : Indice de Jaccard calculés pour la communauté sporale des sols incendiés et non incendiés d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune.

| Station        |    | Ait Kheir |       | Iguersafène |       | Beni Khalfoune |       |
|----------------|----|-----------|-------|-------------|-------|----------------|-------|
|                |    | IN        | NI    | IN          | NI    | IN             | NI    |
| Ait Kheir      | NI | 84.61     | /     | 62.5        | 25    | 26.66          | 41.66 |
|                | IN | /         | 84.61 | 50          | 22.22 | 21.42          | 35.71 |
| Iguersafène    | NI | 25        | 22.22 | 29.41       | /     | 50             | 36.36 |
|                | IN | 50        | 37.5  | /           | 29.41 | 35.71          | 35.71 |
| Beni Khalfoune | NI | 21.42     | 26.66 | 35.71       | 36.36 | /              | 50    |
|                | IN | 41.66     | 35.71 | 35.71       | 50    | 50             | /     |

Les résultats du calcul de l'indice de Jaccard entre les communautés sporales a permis de faire ressortir une homogénéité avec des valeurs supérieures à 50% ce qui confirme la présence de la similitude et une homogénéité de la communauté des spores des différents sols incendiés et non incendiés, à l'exception de celle du sol d'Iguersafène incendié et Beni Khalfoune non incendié qui ont enregistré un II de 6,66 indiquant une hétérogénéité entre les deux communautés sporales (Tableau 9).

Tableau 9 : Indice de Jaccard calculés pour la communauté bactérienne des sols incendiés et non incendiés d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune ( N In : non incendié ; In : incendié)

| Station        |      | Ait Kheir |       | Iguersafène |       | Beni Khalfoune |       |
|----------------|------|-----------|-------|-------------|-------|----------------|-------|
|                |      | In        | N In  | In          | N In  | In             | N In  |
| Ait Kheir      | N In | 85.71     | /     | 76.92       | 86.66 | 80             | 75    |
|                | In   | /         | 85.71 | 76.92       | 86.66 | 92.85          | 86.66 |
| Iguersafène    | N In | 86.66     | 86.33 | 66.66       | /     | 93.33          | 87.5  |
|                | In   | 75        | 76    | /           | 66.66 | 71.42          | 6.66  |
| Beni Khalfoune | In   | 93.33     | 80    | 71.42       | 93.33 | /              | 99.33 |
|                | N In | 86.66     | 75    | 66.66       | 87.5  | 99.33          | /     |

La comparaison des communautés de champignon cultivables sur milieu de culture, nous avons noté des indices de similitude également inférieurs à 50 indiquant une hétérogénéité des communautés des champignons présentes au niveau des différents sols étudiés. Cependant, les

Indice de Jaccard calculé respectivement de 60 et 65 entre la communauté fongique des sols Ath kheir et Iguersafène incendiés, entre Ath kheir incendié et Iguersafène non incendié indiquent l'homogénéité des communautés au sein des sols de ces deux stations (Tableau 10)

Tableau 10: Indice de Jaccard calculés pour la communauté des Champignons des sols incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune ( N In : non incendié ; In :incendié)

| Station        |      | Ait Kheir |       | Iguersafène |       | Beni khalfoune |       |
|----------------|------|-----------|-------|-------------|-------|----------------|-------|
|                |      | In        | N In  | In          | N In  | In             | N In  |
| Ait Kheir      | N In | 44.44     | /     | 60          | 42.85 | 20             | 30    |
|                | In   | /         | 44.44 | 65          | 31.57 | 18.75          | 15    |
| Iguersafène    | N In | 42.85     | 23.52 | 27.77       | /     | 15.38          | 11.76 |
|                | In   | 65        | 47.61 | /           | 27.77 | 17.64          | 23.8  |
| Beni Khalfoune | In   | 35        | 21.73 | 16.66       | 15.38 | /              | 28.57 |
|                | N In | 18.75     | 14.28 | 25          | 12.5  | 28.57          | /     |

Les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) a révélé l'absence de différence significatives en diversité sporale pour les 3 stations (incendié, non incendié) selon la couleur Jaune, et la présence d'une différence significative des autres couleurs (Marron, Noir, Orange, Vert).

La station de Ath kheir (Mekla) NI présente les plus faibles valeurs en spores avec  $0.83 \pm 0.98$  spores comparativement à la station de Beni Khalfoune incendiées qui a présenté la plus grande valeur en spores égale à  $130.50 \pm 88.50$  spores (Tableau 11).

Tableau 11: Analyse comparative entre la richesse sporale des sols du chêne liège incendié et non incendié d'Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune ( N In : non incendié ; In :incendié)

| Stations sol                  |    | Jaune            | Marron             | Noire            | Orange             | Vert                | Totale              |
|-------------------------------|----|------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Ath kheir (Mekla)             | In | 1,83± 1,72<br>a  | 12,33 ± 3,88<br>a  | 5,33 ±2,80<br>ab | 8,33 ±5,04<br>a    | 15,83± 13,84<br>ab  | 43,66 ± 20,72<br>a  |
|                               | N  | 0,83±0,98<br>a   | 17,83 ±20,89<br>a  | 2 ±2,75<br>a     | 8,33 ±6,34<br>ab   | 9,16 ± 4,53<br>ab   | 38,16 ± 26,70<br>a  |
| Iguersafène (Bouzeguene)      | In | 13 ± 14,96<br>a  | 18,83± 14,45<br>a  | 30 ± 24<br>bc    | 55,16 ± 43,75<br>b | 56,50 ± 58,06<br>ab | 173,5 ± 92,68<br>ab |
|                               | N  | 56 ± 48,86<br>a  | 62,5 ±54,52<br>ab  | 34,83±25,11<br>c | 83 ±75,58<br>a     | 81,50± 91,13<br>b   | 317,83 ±188,3<br>b  |
| Beni khelfoun (Draa El-Mizan) | In | 0,00 ± 0,00<br>a | 27,16 ±33,09<br>a  | 9 ±8,64<br>ac    | 130,5 ± 88,5<br>b  | 0,00 ±0,00<br>a     | 166,66 ±77,18<br>ab |
|                               | N  | 49 ± 61,20<br>a  | 98,66 ± 21,11<br>b | 6,5 ±4,59<br>ab  | 0,00 ±0,00<br>a    | 0,00 ±0,00<br>a     | 154,16± 53,09<br>ab |

### 5.2 Les Bactéries :

Les résultats de l'analyse de la variance a révélé l'absence de différence significatives des bactéries pour les 3 stations (incendié, non incendié) pour les couleurs Jaune, Crème, Blanche, Rouge et la présence d'une différence significatives chez la couleur grise.

La station d'Iguersafèneincendié présente les plus grandes valeurs en Bactéries (99.37±116.68) comparativement à la station d'Athkheirincendiée qui présente la plus faible valeur en Bactéries égale (0.12±0.35).

L'étude des 3 stationsrésultentqu'Iguersafène (Bouzeguene) incendié a une valeur très importante en bactéries égale à 195.00±118.67 comparativement à la station d'Ath kheir incendié qui présente une faible valeur en Bactéries égale à97.00±132.85 (Tableau 12).

Tableau 12: Analyse comparative entre la richesse bactérienne des sols du chêne liège incendié et non incendié d’Ath kheir, Iguersafène et Beni khalfoune

| Station<br>Couleurs                |    | Blanche           | beige                 | Grise             | Jaune            | Rouge            | Totale             |
|------------------------------------|----|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Ath kheir<br>(Mekla)               | IN | 57,12±82,02<br>a  | 4700±72,77<br>a       | 0,00 ±0,00        | 0,25 ±0,70<br>a  | 0,12±0,35<br>a   | 97±132,85<br>a     |
|                                    | NI | 50,12±74,62<br>a  | 53,25±61,87<br>a      | 8,62±9,75<br>ab   | 5,37 ±7,89<br>a  | 0 ±0<br>a        | 106,37±124,05<br>a |
| Iguersafène<br>(Bouzeguene)        | IN | 65,50± 55,12<br>a | 99,37±116,68<br>a     | 59,62±66,64<br>ab | 3,50 ±6,50<br>a  | 0±0<br>a         | 195 ±118,67<br>a   |
|                                    | NI | 31,12 ±36,48<br>a | 51,5 ±80,29<br>a      | 23,87±36,54<br>ab | 1,65 ±2,19<br>a  | 0±0<br>a         | 100,62±128,45<br>b |
| Benikhelfun<br>(Draa El-<br>Mizan) | IN | 54,00± 78,31<br>a | 42,37 ±<br>62,76<br>a | 90,37±123,64<br>b | 0,37±1,06<br>a   | 0 ±0<br>a        | 120,25±157,18<br>a |
|                                    | NI | 67,62± 88,79<br>a | 63,62±78,18<br>a      | 8,12±22,98<br>ab  | 18,12±32,28<br>a | 10,87±24,61<br>a | 120 ±134,30<br>a   |

### 5.3 Les Champignons :

Les résultats de l’analyse de la variance a révélé l’absence de différences significatives des Champignons pour les 3 stations (incendié, non incendié) pour les Champignons de couleurs Jaune, Marron, Noir, Orange, Rose, Rouge et la présence d’une différence significatives pour les Champignons de couleurs blanche et beige.

La station d’Iguersafène incendié présente les plus grandes valeurs en champignon (24.87±12.02) comparativement à la station d’Ath kheir incendié qui présente la plus faible valeur en Champignon égale 0.25±0.70 (Tableau 13).

Tableau 13: Analyse comparative entre la richesse fongique des sols du chêne liège incendié et non incendié d'Ath kheir, Igwersafène et Beni khalfoune.

| Stations      |    | Co             |                 |                    |                    |                |                     |                      |                      |                       |
|---------------|----|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|               |    | Beige          | Blanc           | Jaune              | Marron             | Noir           | Orange              | Rose                 | Rouge                | Vert                  |
| Ath kheir     | IN | 3,5 ±4,3<br>a  | 6,25±9,4<br>a   | 1,5±4,24<br>a      | 0,0 ±0,00<br>a     | 0,62±1,18<br>a | 0,00 ±0<br>a        | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 0,25±0,70<br>a        |
|               | NI | 2,25 ±3,5<br>a | 6,87±9,7<br>a   | 0,37±1,0<br>6<br>a | 0,12<br>±0,35<br>a | 0,12±0,35<br>a | 0,00 ±0<br>a        | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 0,62±1,40<br>a        |
| Igwersafène   | IN | 19,87±17<br>b  | 24,87±12<br>a   | 4,5±5,95<br>a      | 1,75±4,9<br>4<br>a | 0,25±0,7<br>a  | 10,5±20,<br>16<br>b | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 12,87±10,6<br>4<br>ab |
|               | NI | 8,25 ±11<br>ab | 11,5±20,71<br>a | 3±4,62<br>a        | 4,62<br>±6,71<br>a | 0,75±1,38<br>a | 0,75±1,3<br>8<br>a  | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 3,75 ±<br>10,60<br>a | 16,75±9,92<br>b       |
| Benikhalfoune | IN | 0,00<br>a      | 5,62±11,16<br>a | 7,5±13,8<br>8<br>a | 3,75<br>±10,6<br>a | 3,87±10,5<br>a | 0,00<br>a           | 3,75 ±<br>10,60<br>a | 0,00 ±<br>0,00<br>a  | 7,50 ±<br>13,88<br>ab |
|               | NI | 0,00 ±0<br>a   | 3,75±10,6<br>a  | 3,75±10<br>a       | 0,00 ±0<br>a       | 3,75±10,6<br>a | 0,00 ±0<br>a        | 0,00<br>±0,00<br>a   | 1,12±2,2<br>3<br>a   | 3,75±10,60<br>ab      |

5. Analyse quantitative des variables.

La quantification et l'estimation de la microflore tellurique totale dans les sols des trois stations, nous permet d'enregistrer le plus grand effectif du nombre de spores dans les sols de station d'igwersafène de 1907 spores/20g de sol incendié et 1041 spores/20g de sol non incendié. La station de Beni Khalfoune a enregistré 925 spores/20g de sol incendié et de 1000 spores/20g de sol non incendié. Au niveau des deux stations le feu semble avoir affecté positivement la richesse sporale du sol. A l'inverse, au niveau des sols de la station d'Ath kheir, nous avons enregistré une baisse de l'effectif des spores de 262 spores/20g de sol incendié et de 229 spores/20g de sol non incendié (Tableau 14).

Le dénombrement des souches bactériennes a permis de relever un nombre le plus important au niveau de sol de la station d'igwersafène avec un nombre de 1530 bactéries dans le sol incendié deux fois plus que dans le sol non incendié de 795 bactéries. Au niveau du sol d'Ath kheir,

nous avons enregistré 841 bactéries dans le sol incendié qui est légèrement élevé au sol non incendié qui est de 766, et le sol de Beni Kalfoun a consigné un nombre total de 940 bactéries dans le sol incendié légèrement plus élevé que sur sol non incendié avec 932 indiquant une richesse bactériennes remarquable dans le sol non incendié. Les effectifs bactériens dans le sol incendié sont plus importants évoquant un effet positif de l’incendie sur la communauté bactérienne après 9 mois.

Le plus grand nombre des Champignons de 211 champignons a été enregistré dans le sol incendié Iguersafen suivi du sol non incendié de la même station avec 218 champignons. Chez le sol d’Ath kheir, nous avons répertorié 90 et 77 Champignons dans le sol incendié et non incendié. Enfin la station de Beni Khalfoun a enregistré 33 et 60 Champignons respectivement dans le sol incendié et non incendié. Nous constatons que le nombre de la communauté fongique a diminué presque de la moitié dans le sol incendié. L’incendie semble avoir affecté négativement la diversité des champignons cultivables du sol

Tableau 14 : Nombre totales et communs de la microflore tellurique retrouver dans les sols incendiés et non incendies des trois stations (Ath kheir (Mekla), Iguersafen (Bouzeguene), Beni Khalfoune (Draa El-Mizane)).

| Stations                            |    | Spores | Spores communes | Bactéries | Bactéries communes | Champignons | Champignons communs |
|-------------------------------------|----|--------|-----------------|-----------|--------------------|-------------|---------------------|
| Nombre                              |    |        |                 |           |                    |             |                     |
| Ait Kheir (Mekla)                   | NI | 229    | 2               | 766       | 9                  | 90          | 0                   |
|                                     | IN | 262    |                 | 841       |                    | 77          |                     |
| Iguersafen<br>Bouzougene            | NI | 1041   |                 | 795       |                    | 218         |                     |
|                                     | IN | 1907   |                 | 1530      |                    | 211         |                     |
| Beni<br>Khalfoune<br>Draa-El-Mizane | NI | 1000   |                 | 932       |                    | 60          |                     |
|                                     | IN | 925    |                 | 940       |                    | 33          |                     |

Selon Roy, (2014), les facteurs écologiques et la composition du sol en matière organique influencent d'une manière importante et la distribution des microorganismes dans le sol (Dendouga et al; 2015). Une minéralisation implique par le passage de l'incendie induit un changement des communautés microbiennes telluriques. En effet, de nombreux champignons diminuent dans le sol incendié et préfère rester sous forme sporulé. Contrairement au chercheurs Hart *et al.*, (2005) rapportent que les champignons présentent généralement une plus grande sensibilité que les bactéries à la chaleur. Ils précisent également, que certaines Bactéries nitrifiantes ont augmenté 10 fois plus de niveaux dans les forêts non brûlées un mois après l'incendie ce qui pourrait expliquer en partie les résultats obtenus lors de notre investigation.

Les principaux facteurs environnementaux affectant l'activité des microorganismes décomposeurs des matières organiques sont entre autres la température, la disponibilité de l'eau et de l'air (Lavelle & Spain, 2001 ; Calvet *et al.*, 2011).

Selon Duchaufour (1965), les sols humides s'échauffent beaucoup plus vite que les sols secs ce qui explique les chiffres enregistré chez le sol incendié de la station d'Iguersafène qui représente une humidité de 32.1% et une température de sol plus élevée.

La température joue un rôle très important et souvent décisif pour la distribution des microorganismes dans le sol. En effet, les températures enregistrées lors des prélèvements du sol ont indiqué une variation entre les sols non incendiés et incendiés respectivement de 12.7°C et 18.6°C dans la station d'Ath khier. Une variation de la T° du sol de 23.03°C à 28.9°C pour le sol non incendié et incendié pour la station d'Iguersafen et enfin la station de Béni khalfoun est enregistré respectivement des valeurs élevées de 24.8°C dans le sol incendié au sol non incendié qui est de 22°C.

La variation entre les températures du sol pourrait expliquer la différence des communautés entre autres facteurs édaphiques.

Cependant, selon Deverall, (1965), les champignons et bactéries, comme tous les autres groupes de micro-organismes, ont évolué pour s'adapter aux variations de températures environnementales et occuper un vaste domaine dans les écosystèmes. L'effet immédiat de feu sur le microorganisme du sol est, selon De Bano *et al.* (1998), constaté par la réduction de leur biomasse. Le feu intense peut réduire une quantité importante de biomasse de microorganismes telluriques.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Notre travail a permis de mettre en évidence la grande richesse et des effectif élevés en microorganismes telluriques au niveau des sols de chêne liège incendié et non incendié des stations Ath kheir( Mekla), Iguersafen ( Bouzguene), Beni khalfoune (Draa el –Mizane).

Après 9 mois du passage de l'incendie, la communauté sporale ne semble pas avoir été affectée. Cependant elle a été similaire pour l'ensemble des sols des trois stations évoquant une homogénéité de la communauté de champignons tellurique.

La communauté bactérienne riche en espèce du genre Bacilles, Cocci, Coccobacille, Staph et de streptocoque, semble avoir été affectée positivement en nombre et en richesse par l'incendie.

La communauté fongique a été riche et diversifiée du genre Trichophyton , *Rhizopus* , *Aspergillus et Penicillium*.

En perspective, il sera intéressant de compléter et de développer le sujet par une étude plus approfondie de la biodiversité des microorganismes du sol du chêne, par une identification moléculaire des souches obtenues ainsi que la recherche des espèces productrices des métabolites.

## Références bibliographiques

- Aafi A., 2007. Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège.
- Adjami Y, 2007 : Etat sanitaire des subéraies du Nord-est Algérien. Etudes des facteurs de dépérissement du chêne liège (*Quercus Suber* L). Essais insecticides contre les insectes du gland-thèse de magistère, université BADJI Mokhtar. Annaba.
- Alexandria D., Esnault F., et Calabri G., 1998. Feux de forêts dans la région méditerranéenne. Analyse des tendances des feux de forêt en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. *Unasyuva*, 197 (50): 35-41
- ALEXANDRIAN D., ESNAULT F. & CALABRI G., 1999 – Feux de forêts dans la région méditerranéenne. Analyse des tendances des feux de forêt en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. *Unasyuva*, 197, 50, 35-41.
- Anon., 1990 ; FAO, 1993 ; Plan Bleu, 1989). Dr Omar M'Hirit is Professor of Forestry, Coordinator of the Cedar Network, *Silva Mediterranea*, and Director of Forestry Development, Ministry of Waters and Forests, Morocco.
- Anon., 1990 ; FAO, 1993 ; Plan Bleu, 1989). Mediterranean forests: ecological space and economic and community wealth
- Anonyme1, 2006 Anonyme 1, 2009. [www.abidjan.net](http://www.abidjan.net). Production avicole en côte d'Ivoire
- ARFA A., 2008. Les incendies de forêts en Algérie : Stratégie de prévention et plans de gestion. Thèse de magister, université Mentouri de Constantine, 115p.158 pages
- Arfa A.M.T., 2008, Les incendies de forêts en Algérie : stratégies de prévention et plans de gestion, Mémoire de Magister en écologie végétale et environnement, Université de Constantine. Ghafar, 2014
- *Armson, 1977 ; Feller, 1982*. 8.3.1.2-Effet sur les propriétés chimiques du sol. Par son action, le feu libère rapidement les éléments nutritifs.
- Arpin *et al.*, 1980 Les éléments prédateurs de la microfaune du sol.

- Arpin P., Kilbertus G., Ponge J.-F., Vannier G. (1980) Importance de la microflore et de la microfaune en milieu forestier. Pesson, P. Actualités d'écologie forestière : sol, flore, faune, Gauthier-Villars, pp.87-150,. fihal-00507109f.
- Artursson *et al.* 2005 Bacterial-fungal interactions highlighted using microbiomics:
- Aschby, 2007. et al. 2004 Multidimensional Perfectionism, Depression, and Satisfaction With Life : Differences Among Perfectionists and Tests of a Stress-Mediation Model  
ausas et al., 2009 : The tree. Pp. In : Aronson, J. Pereira, J.S., Pauses, J.G. (eds.). Cork oak Woodlands on the edge. Ecology, adaptive management and restoration. Island Press, Abingdon, Oxfordshire, UK.
- Asuming-Brempong, 2008 Microflore rhizosphérique de quelques fabacées (légumineuses) endémiques dans les régions de Boussaâda et de Biskra Algérie
- B Fady, C Conord - Diversity and Distributions, 2010 - Wiley Online Library  
Été 2022 La Croix (avec AFP), le 18/08/2022 forêt de la Mamora. Thèse de Doctorat, Université Institut Agronomique et Vétérinaire
- Bekdouche (2010), Evolution après feu de l'écosystème subéraie de kabylie (nord algérien)
- Belabbes, 1996 Ratioed voter circuit for testing and fault-tolerance in VLSI processing arrays
- Bonnier, 1990 : La grande flore. Belin, Paris, 1401 p+ Pls.
- Botton (1990) ; SAMSON et ses collaborateurs, (1981) ; GUIRAUD (1998). -Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P.H., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier
- Botton (1990) ; SAMSON et ses collaborateurs, (1981) ; GUIRAUD (1998). Cellulases de souches fongiques issues du sol d'un milieu extrême (sol proche de sources thermales). Sélection des souches et étude des caractéristiques des enzymes. par Hind Leghlimi
- Bouchafra et Fraval, 1991 : Présentation du Chêne-liège et de la subéraie. In Villemant C. et Fraval A : La faune du chêne-liège. Actes Edition, Rabat, 1-26.(*Oncorhynchus kisutch*) qui utilise des valeurs de référence établies à partir d'une analyse

- Boudy, 1950 : Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Fasc I, Tome I. Ed Larousse, Paris, 575 p
- Boudy, 1950 : Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Fasc I, Tome I. Ed Larousse, Paris, 575 p.
- Boudy, 1952 in Belaidi, 2010. <https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/5321/Khelfaoui%20Lamia%20%26%20Saad%20Lynda.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bouhraoua R.T, 2003 : Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes-Thèse d'état, département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen.
- Boukerker, 2016 Auto-écologie et évaluation de la biodiversité dans les Cédraies de *Cedrus atlantica* Manetti dans le parc national de Belezma (Batna, Algérie)
- BOUKERKER.H.2016 Evolution spatiotemporelle des formations végétales du parc national de Belezma de la région est de l'Algérie
- Brock *et al.*, 1994 ; Dix & webster,1995 Pyranose dehydrogenases: biochemical features and perspectives of technological applications.
- Brock *et al.*, 1994 ; Dix *et webster*,1995). Biodegradation of lignin in a compost environment: a review
- Chebil A., Daly H., 2006. Analyse durevenu d'élevage dans la forêt de chêne-liège d'Iteimia: impact des scénarios de gestion de pâturage. Annales de l'INRGREF. 9(1). Numéro spécial. Pp:70-81.
- Costa *et al.*, 2006, Singh, 2007 Influence of grass species and soil type on rhizosphere microbial community structure in grassland soils
- De Bano *et al.*, 1998 Isolation and 16S rRNA sequence analysis of the beneficial bacteria from the rhizosphere of rice.
- DeBano *et al.*, 1998 ; Neary *et al.*, 1999 ; Certini, 2005 Relationships between microbial community structure and soil environmental conditions in a recently burned system

- Dendouga et al; 2015 ,(Roy, 2014)Activité antifongique et antibactérienne des extraits bruts de *Trichoderma atroviride*
- Dendouga et al; 2015 W., Boureghda . 2015. Edaphic factors affecting distribution
- Dessain G, 1992 : Historique de l'utilisation de liège. Acte de colloque « les subéraies méditerranéennes », Vives 1992 : 35-39.
- Dix & Webster, 1995 Succession of microfungal communities on decaying leaves of *Castanopsis fissa*.
  - Dix et Webster, 1995 *Fungi of Extreme Environments*
  - Duchaufour(1965) Pédologue, professeur d'université. - Fondateur du Centre de Pédologie biologique (Source DataBNF)
  - **EdFM 2013** a été lancé pendant la troisième Semaine forestière méditerranéenne organisée à Tlemcen (Algérie, 17-21 mars **2013**)
  - EdFM 2013. L'état des forêts méditerranéennes en 2013
  - El Antry Tazi et al., 2008. <https://agronomie.info/fr/le-chene-liege/>
  - El Antry Tazi *et al*, 2008 ; Adouane, 2011. <https://agronomie.info/fr/le-chene-liege/>
  - Feller, 1982 ; Maclean et al, 1983 ; Ulery et al, 1993 Feller M C., 1982 : The ecological effects of slash Brüning with particulier référence
- Fierer *et al.*, 2007 64 Névralgies cervicobrachiales traitées par décompression – arthrolyse antérieure avec cage intersomatique et agrafe cervicale compressive
  - Fierer *et al.*, 2007 ENVIRONMENTAL CONTROLS ON THE LANDSCAPE-SCALE BIOGEOGRAPHY OF STREAM BACTERIAL COMMUNITIES
- Fredrickson *et al.*, 2004 Conséquences écologiques
  - Fredrickson et al., (2004), Multidimensional Perfectionism, Depression, and Satisfaction With Life: Differences Among Perfectionists and Tests of a Stress-Mediation Model
  - Gams, 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi

- Geall&Coic(2006), Le Saux J-C., Derolez V., Brest G., Le Guyader F.S and Pommepey M. 2006. Elaboration of a strategy to limit shellfish viral contamination. Molluscan Shellfish Safety, Galway, ed Marine Institute, Ir. 342-349
- Gherabi B., 2013. Contribution à l'étude de la reprise végétative du chêne liège après
- Gobat, 2003 Hassan II, 190 p. incendie cas de la forêt de Zariffet (Wilaya de Tlemcen). Thèse d'ingénieur. Université
- Guinier P.H., 1947. Technique forestière. Ed. La maison rustique. Paris, 316p.
- Harfouche, 2004 Quelques résultats à l'état juvénile sur la Variabilité géographique du chêne liège (*Quercus suber* L.) et Stratégie d'Amélioration génétique
- Harfouche, M Bekkar, H., Belhou, O. and Graïne Quelques Résultats A L'état Juvénile Sur La Variabilité Géographique Du Chêne Liège (*quercus Suber* L.) Et Stratégie D'amélioration Génétique Annales de la recherche forestière en Algérie, 375
- Hassink, 1993, Borneman *et al.*, 1996, Borneman & Triplett, 1997
- Hassink, 1993, Borneman *et al.*, 1996, Borneman & Triplett, 1997) Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin.
- I.e. Natura 2000, Power, influence and structure in Natura 2000 governance networks. A comparative analysis of two protected areas in Romania
- Institut de la Francophonie pour le développement durable et Université Senghor, 2019, Économie et gestion de l'environnement et des ressources naturelles [Sous la direction de Reveret, J-P. et M. Yelkouni]. IFDD, Québec, Canada, 266 p.
- J.J., Vayssier Y et Veau P., 1990. Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. 2ème édition. Masson. Collection Biotechnologies. p :34-428
- Janssen, 2006 La qualité de vie dans la psychose schizophrénique.
- Janssen, 2006. Improved culturability of soil bacteria and isolation in pure culture of novel members of the divisions Acidobacteria, Actinobacteria, Proteobacteria, and Verrucomicrobia. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:2391-2396
- Jean-Luc CARTULT : <https://www.universalis.fr/auteurs/jean-luc-cartault/Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen>, 83p

- Johann G. Goldammer Les incendies dans le monde : Message du Global Fire Monitoring Center
- Jones, R. T., M. S. Robeson, C. L. Lauber, M. Hamady, R. Knight, and N. Fierer.2009. A comprehensive survey of soil acidobacterial diversity using pyrosequencing and clone library analyses. ISME J.4:442-453.
- Khouss K.G., 1991. Note sur lecontrôle naturel de la spongieuse en Algérie. Séminaire sur le chêne liège. Inst. Nat. Rech. Forest. Déprt. Prot. Forêt. Jijel, Mars, 5p.
- Kumar & Tuteja, 2009, Xu et al. 2010). Salinity tolerance in plants : Breeding and genetic engineering
- Kumar & Tuteja, 2009, Xu et al. 2010). Salinity tolerance in plants : Breeding and genetic engineering
- Lauber S., Seidl I. & Herzog F., 2008. Sömmerungsgebiet vor vielfältigen Herausforderungen. Agrarforschung 15 (11–12), 548–553.
- Lauber, C. L., M. S. Strickland, M. A. Bradford, and N. Fierer.2008. The influence of soil properties on the structure of bacterial and fungal communities across land-use types. Soil Biol. Biochem.40:2407-2415.
- Lemanceau P., Mazurier S., Pivato B, Avoscan L.( 2017). Compréhension et valorisation des interactions entre plantes et microorganismes telluriques : des enjeux majeurs en agroécologie. Les sols et la vie souterraine : des enjeux majeurs en agroécologie, Chapitre 10, QUAE, 328 p., , 978-2-7592-2651-1. fhal-01607980ff.
- Letreuch-Belarouci, 2000 : Les reboisements en Algérieet leurs perspectives d’avenir. Vol. 1-2. OPU, Alger, 641p.
- Lugtenberg & Kamilova, 2009 ; Pseudomonas putida strain PCL1760 controls tomato foot and root rot in stonewool under industrial conditions in a certified greenhouse
- M Briens, V Garavaglia - Forêt méditerranéenne, **2013** - hal.archives-ouvertes.frM Debih, C Bouguerra - 2022 - dspace.univ-msila.dz
- Maclean et al, 1983 Shizgal HM. Body composition. in Fischer JE, ed. Surgical Nutrition. Boston : Little, Brown and Company, 1983; 3-17.Shizgal HM. Body

composition. in Fischer JE, ed. Surgical Nutrition. Boston : Little, Brown and Company, 1983 ; 3-17.

- Madoui, 2002 Le paludisme urbain à Yaoundé, Cameroun : 1. Etude entomologique dans deux quartiers centraux [1992]
- MAS SON ETC ie .1970 MICROBIOLOGIE DU SOL. Problèmes et méthodes (Cinquante ans de recherches), par S. WINOGRADSKY. 1949. 862 pages, 35 planches
- Meddour-Sahar O., 2008. Contribution à l'étude des feux de forêts en Algérie. Approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi Ouzou. Mém.Mag. I.N.A. El Harrach, 275 P
- MEDDOUR-SAHAR O., DERRIDJ A., (2010), Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 2010 ; 21, (3), p. 187-195.
- M'Hirit - UNASYLVA-FAO-, 1999 - dlc.dlib.indiana.edu
- Mouchacca, 2005Mycobiota of the arid Middle East : check-list of novel fungal taxa introduced from 1940 to 2000 and major recent biodiversity titles
- Mugnossa G et al,2000 : forests of the Mediterranean region: Gaps in knowledge and research needs. *For. Ecol. Manag.*132 : p97-109 n°26 pp :21-23
- Murty, 2002 An incremental prototype set building technique
- Myers et al, 2000. MJ Bradford, RA Myers, JR Irvine - *Canadian Journal of ...*, 2000 - cdnsciencepub.com
- Nagai et al. 1995 Recall of long-lived immunity to *Mycobacterium tuberculosis* infection in mice
- Naggar M ,1999–L'aménagement sylvo-pastoral: un outil pour un développement durable desressources forestières IOBC/wprs Bull.22(3):181 p.
- NatividadeV.J.,1956 : Subériculture.Ecole national des eaux et des forêts. Nancy. 28 I p. *Nord Afr.* 2(2) : 271-374.

of soil fungi in three chotts located in Algeria desert. *Courrier du Savoir* (19) : 147-152potential application for plant growth enhancement pour l'utilisation du liège brûlé en bouchonnerie ? » in Actes du colloque Vivexpo 2004Pour l'utilisation du liège brûlé .

- Ouahiba MEDDOUR-SAHAR and Christine BOUISSET, “Les grands incendies de forêt en Algérie : problèmes humains et politiques publiques dans la gestion des risques”, *Méditerranée*, 121 | 2013, 33-40.
- Piazzetta R, 2005 : La levée du liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut Méditerranéen du liège.23p.
- Piazzetta R. 2004. « La gestion des subéraies après incendie : Quelles perspectives
- Plana, E. ; Font, M. ; Serra, M. ; Chauvin, S. ; Gladiné, J. 2016. Les incendies en forêt, guide pour les journalistes et les médias. Projet eFIRECOM. Edition CTFC. 36pp Date : Septembre 2016 DL : L 1616-2016
- Plana, E.; Font, M.; Serra, M.; Chauvin, S.; Gladiné, J. 2016 Ballart, H.; Vázquez, I.; Chauvin,S.; Serra, M. 2016. La communication sur les risques d’incendie de forêt.  
Recommandations opérationnelles pour l’amélioration de la prévention sociale
- Plana, E.; Font, M.; Serra, M.; Chauvin, S.; Gladiné, J. 2016) Un modèle de prévision d’incendie des forêts Etude de cas: Wilaya de M'sila
- PRESENTATION\_Z\_AHMED\_MSRI\_2016.PDF : « Le chêne-liège face au feu. » Institut Méditerranéen du Liège. Vivès, France, 8p.: « Le chêne-liège face au feu. ».
- Quézel et al., 1999). Fady (2005) Macroecological patterns of species and genetic diversity in vascular plants of the Mediterranean basin
- Quézel et al., 1999. Fady (2005) Pierre *Quézel*, professeur émérite à l’université d’Aix-Marseille, grand expert de la flore et de la ... et *al.*, 1999 ; Suc & Popescu, 2005 ; Jiménez-
- Rajendhran & Gunasekaran, 2008 Strategies for accessing soil metagenome for desired applications97)
- Rajendran P., Jayakumar E., Sripathi Kandula & Gunasekaran P., 2008. Vermiculture and vermicomposting biotechnology for organic farmingandruraleconomicdevelopment,Auteur2017-04-25T16:06:00Ahttp://www.eco-web.com/edi/080211.html, (6/11/2016)
- Rappe & Giovannoni, 2003 Thao Le, James Trexel, Alexandra Brugler, Kristina Tiebel, Yukari Maezato, Brian Robertson, Paul Blum. Bar-Coded Enterobacteria:

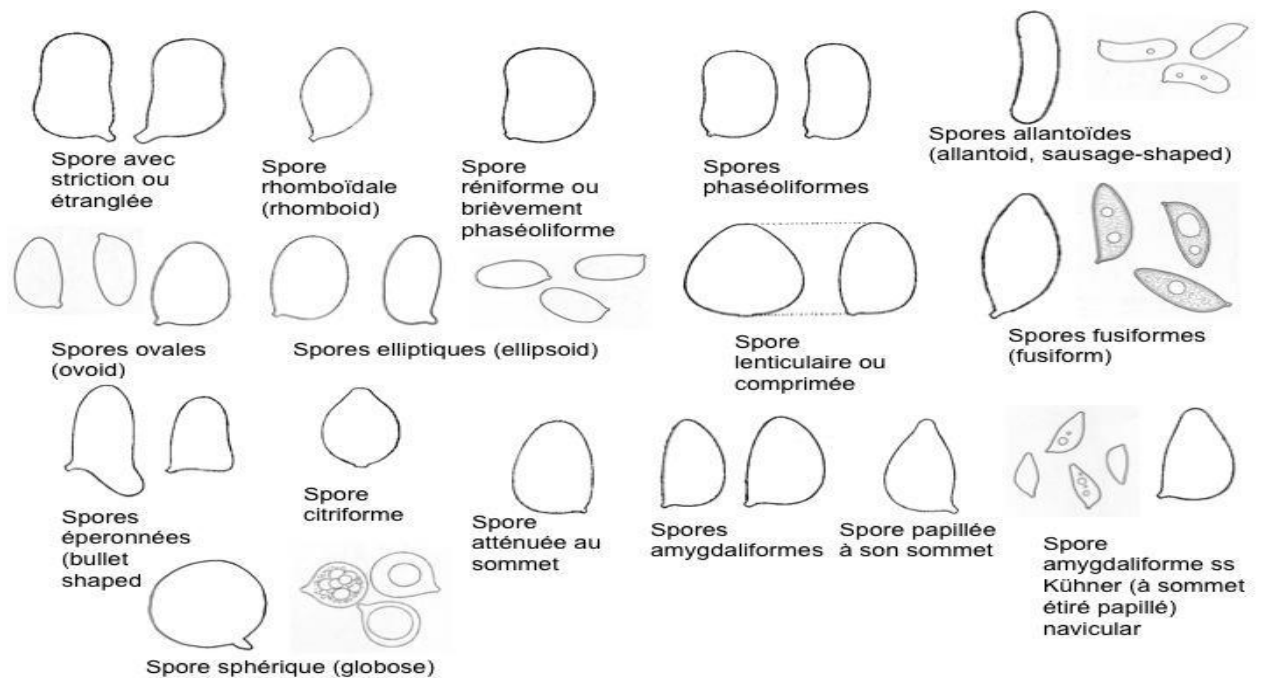
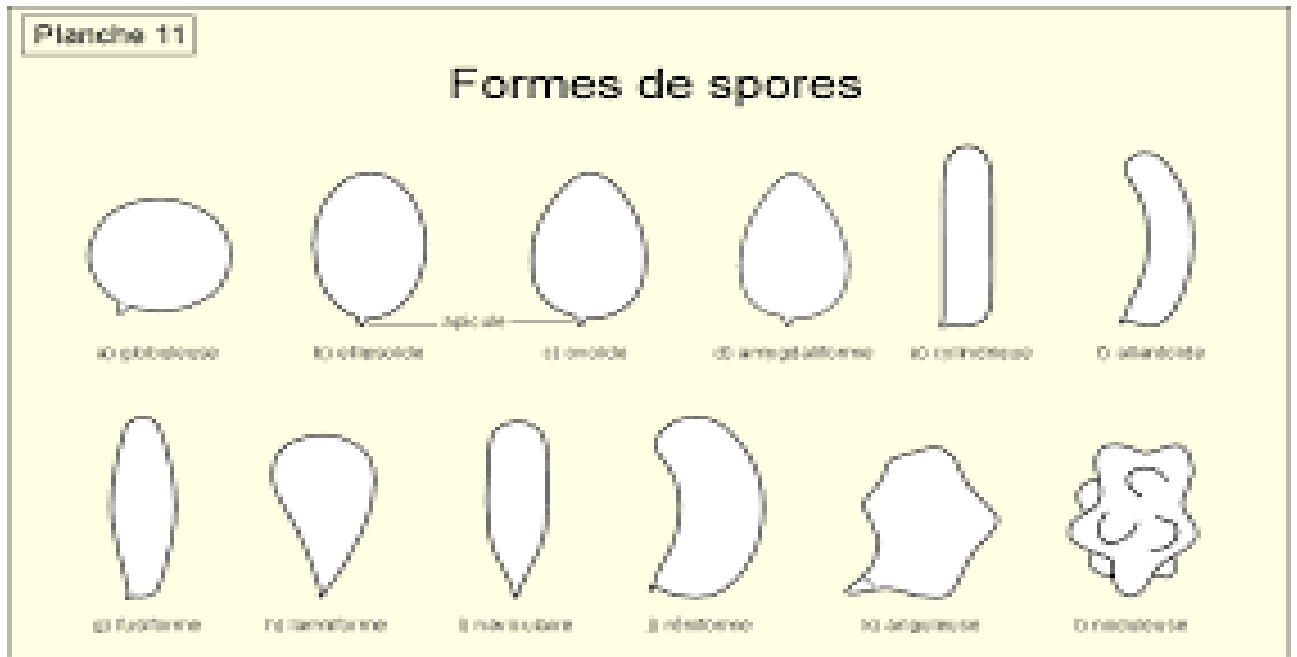
An Undergraduate Microbial Ecology Laboratory Module. *American Journal of Educational Research*. 2013 ; 1(1):26-30. doi: 10.12691/education-1-1-6.

- Richard, 1987 48. : La croissance du chêne For. médit. 10 juillet 1988 : 169-- 171.
- Robitaille, 1995 Robitaille, D. (1995). Influence du complexe Combustible sur le comportement du feu, le sol et le développement de plantations d'épinettes dans deux expériences de brûlage dirigé. Université Laval. Fac. For. Géom., Thèse ph. D. 306 p.
- S Manolache, A Nita, CM Ciocanea... - Journal of environmental ..., 2018 – Elsevier SánchezGonzález M., 2006. Modelo de crecimiento y alcornocal. Thèse. Departamento de silvopascicult production para monte ura. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. SAS Institute Inc., 1988. SAS/ETS user's guide, Version.
- Seigue, 1987 : Le foret méditerranéen et ses problèmes. Maison neuve et Larousse. 3 Paris. 502p.
- Singh *et al* ; 2009 Controlled release of the fungicide thiram from starch–alginate–clay based formulation
- Singh *et al.*, 2004 Developments in the use of Bacillus species for industrial production
- Slimani, 2012 Tizi-Ouzou : Plantation de plus de 120 000 arbustes
- Tarlera *et al.*, 2008 Microbial community succession and bacterial diversity in soils during 77 000 years of ecosystem development. British Columbia : A literature review, B. C. Min. For., Land Manage. Rep. N°13. 60p.
- Varela M.C., 2000 : Le liège et le chêne liège au troisième millénaire : défis et potentialités. Colloque de c hêne liège, 15 et 16 juin 2000. France.
- Villemant C, 1991 : Les ennemis des glands et jeunes semis. In Villemant C et Fraval A. : La faune du chêneliège. Actes Editions, Rabat : 21 55.
- Vitousek, 1991 Gradient Analysis of Ecosystems
- Vitousek, 1991 Spores of Frankia strain HFPCcl3 nodulate Casuarina equisetifolia after passage through the digestive tracts of captive parakeets (*Melopsittacus undulatus*)
- Vitousek, 1991. Gradient Analysis of Ecosystems
- Whitman *et al.*, 1998 Naphthalene uptake by a *Pseudomonas fluorescens* isolate

- Whitman *et al.*, 1998 Naphthalene uptake by a *Pseudomonas fluorescens* isolate
- Whitman et al., 1999 Naphthalene uptake by a *Pseudomonas fluorescens* isolate
- Yassed ; 2000 : Le :16. chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale, Edition ASBL Forêt wallonne. 190 p.
- Zeraia L, 1982 : Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phréologiques et de production subérolignieuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse de doctorat en Sciences, université d'Aix Marseille ,367p.

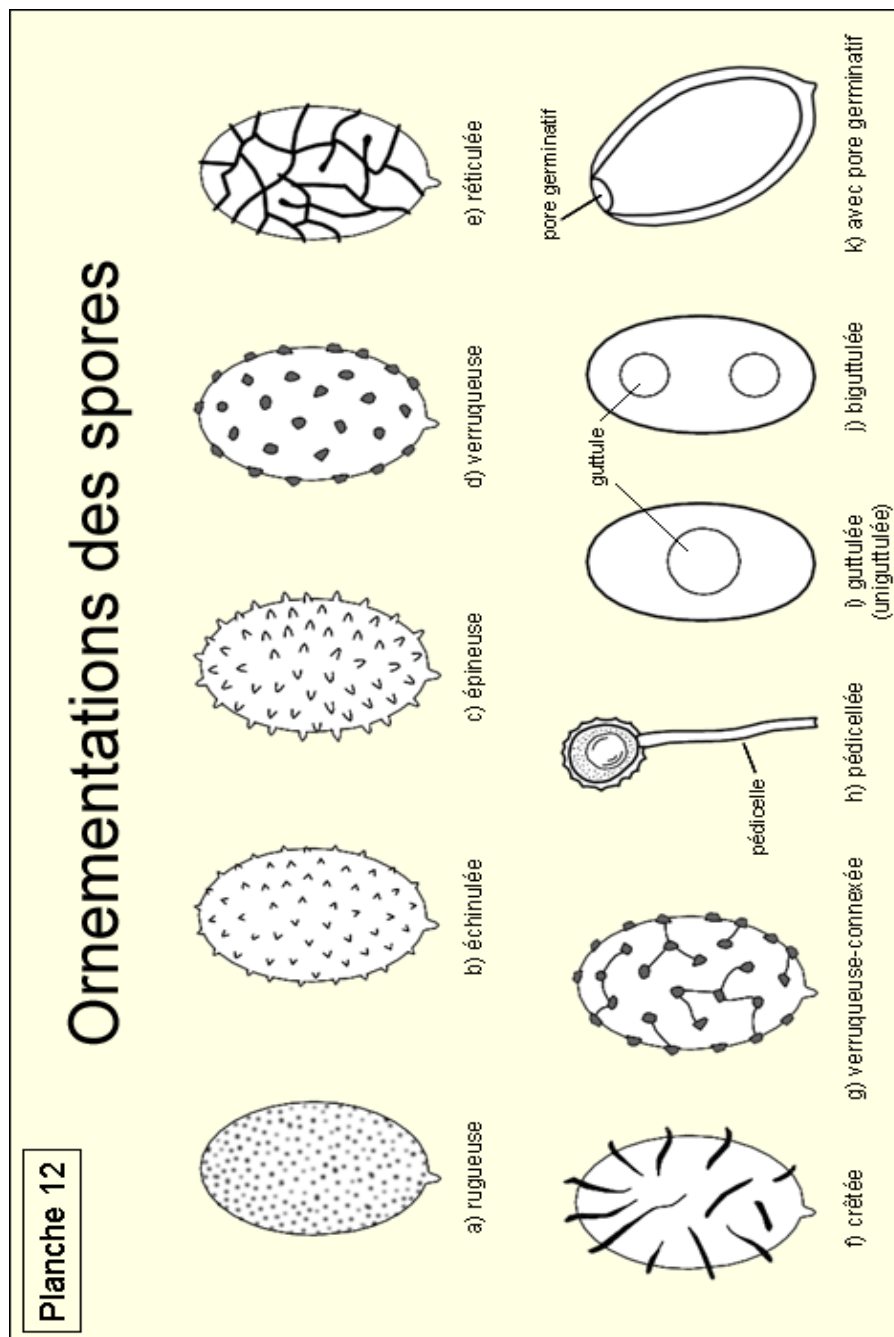
# Annexe 1

## Les Formes de spores.



## Annexe 2

### Ornements des spores



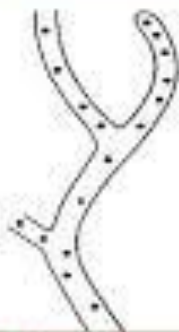
## Annexe 3

La structure d'un thalle filamenteux

### Thalle filamenteux

Il existe 2 types de filaments

**Filaments non cloisonnés**



**Siphon** (ou Coenocyte)

**Filaments cloisonnés**



**Hyphe**

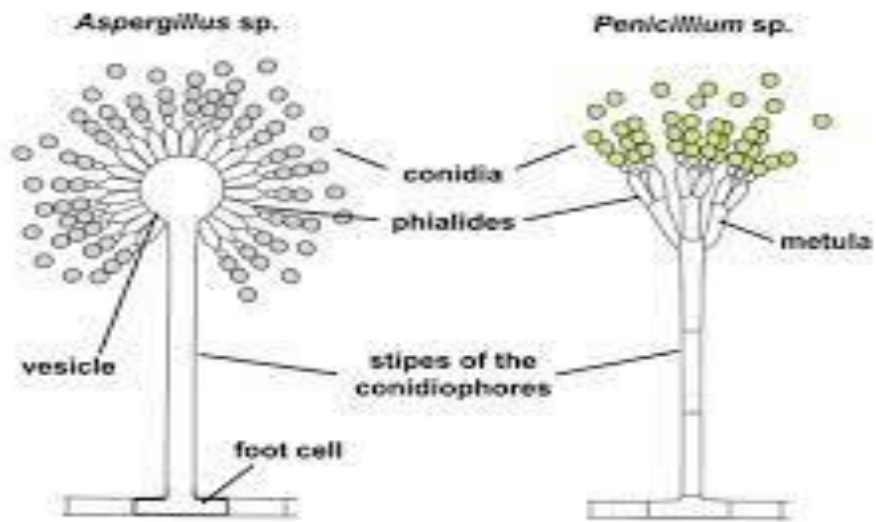
## Annexe 4

Charte de la couleur des spores INVAM

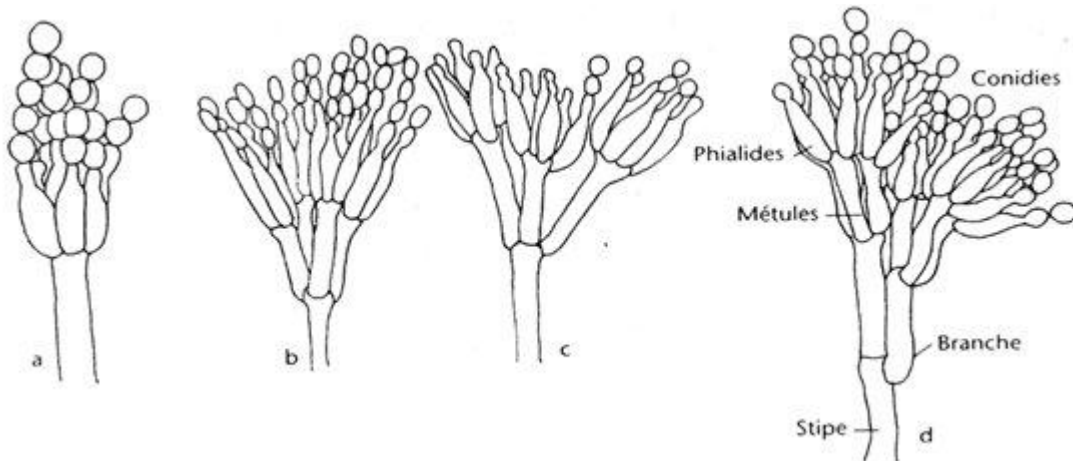


## Annexe 5

Quelque forme des moisissures.



© M. Poppenberg, CC BY-SA.



## Annexe 6

Aspect macroscopique de l'espèce majeure de l'*Aspergillus*.

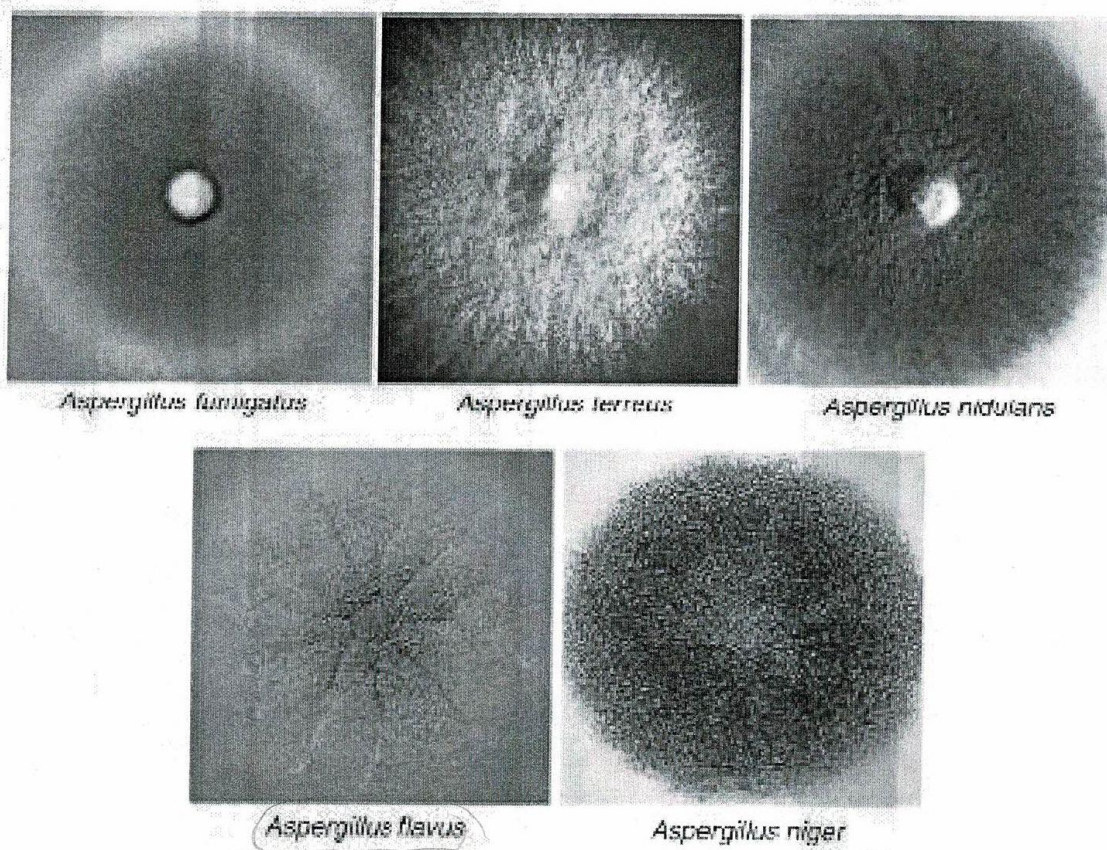


Figure 1 : Aspect macroscopique des espèces pathogènes majeures d'*Aspergillus* sur milieu Czapek<sup>5</sup>.

## Annexe 7

Formes et modes de groupements des cellules bactériennes.

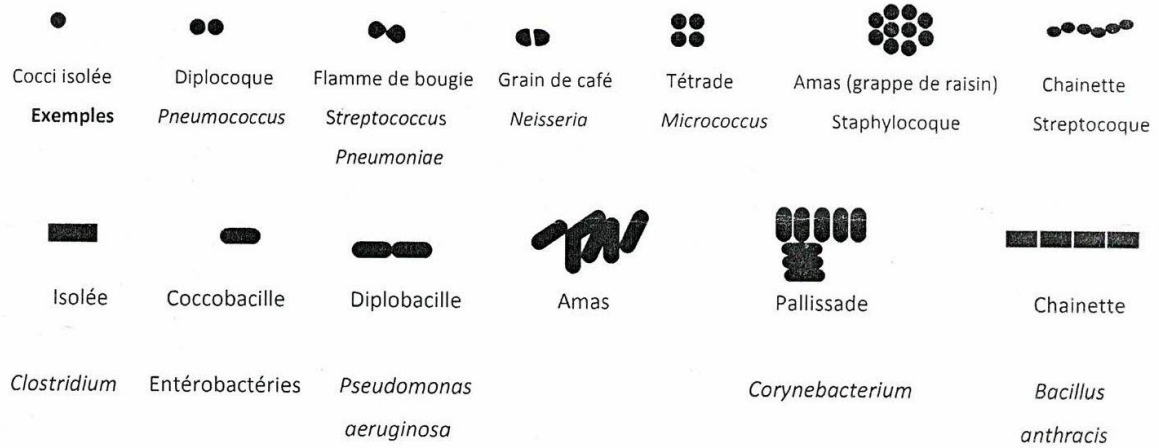
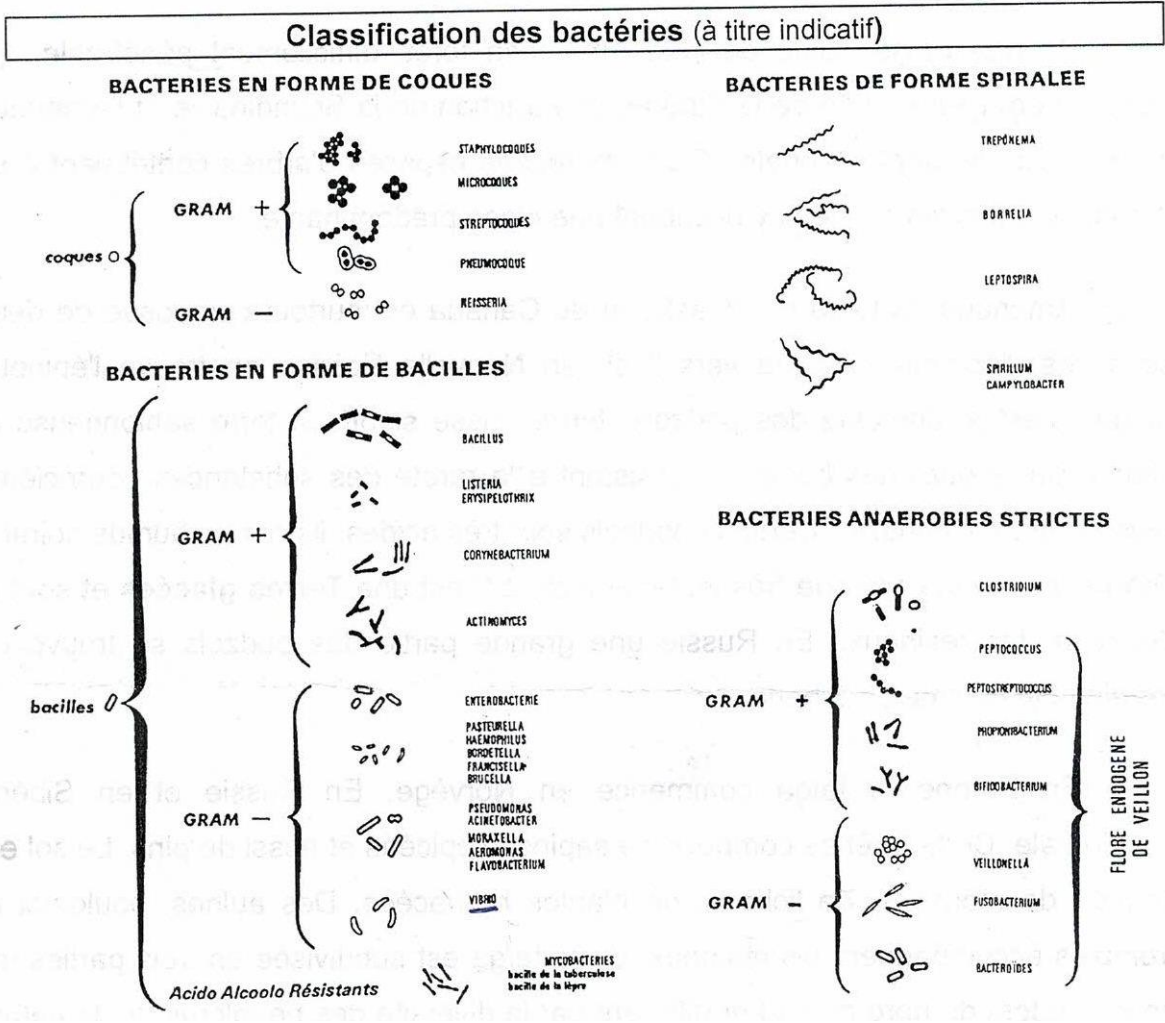


Figure 10 : Formes et modes de groupements des cellules bactériennes

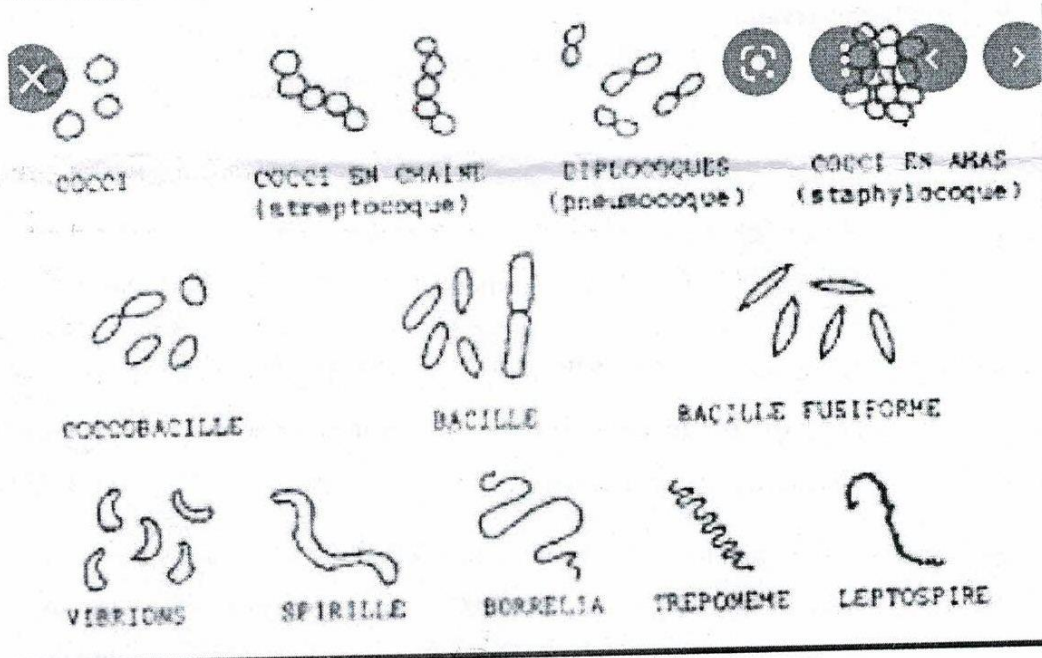
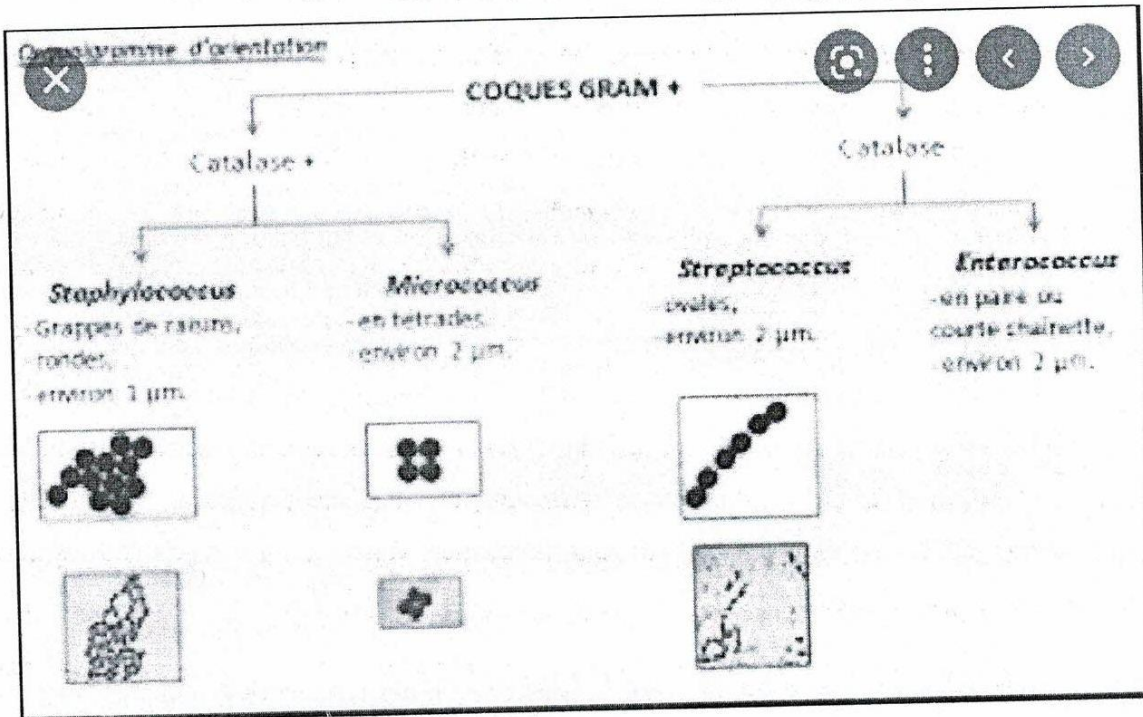
# Annexe 8

## Formes et caractéristiques des bactéries.



# Annexe 9

## Aspects microscopiques des bactéries.



## Résumé

Le sol est l'habitat d'une variété de microorganismes tels que les bactéries, les champignons. Ces derniers jouent un rôle fondamental dans la fertilité du sol. L'incendie est un facteur majeur de perturbation de l'équilibre des écosystèmes. L'objectif de notre travail est la mise en évidence de l'impact du feu sur la microflore du sol du chêne liège. L'échantillonnage a été réalisé au niveau de la station d'Ath kheir, Iguersafen et Béni khalfoun (Wilaya de Tizi-Ouzou). Le sol a été prélevé sous le houppier de 21 arbres de chêne liège soit 11 arbres incendiés et 10 arbres non incendiés à une profondeur de 10 à 20 cm autour des racines à 1 à 1.5m du tronc. La communauté fongique et bactérienne a été observée et caractérisée par la richesse sporale des champignons du sol et leurs cultures sur milieu Sabouraud. Les bactéries ont été isolées et déterminées sur milieu gélose nutritive. Les résultats obtenus attestent de l'effet de l'incendie, après 9 mois de passage, sur le pH eau du sol devenu alcalin. La richesse de la communauté bactérienne a été de 23 espèces parmi lesquelles nous avons déterminé des bactéries du genre Streptocoque, Bacilles Gram<sup>-</sup>, Staphylocoque, Coccobacille dans le sol incendié et non incendié avec une dissimilarité entre les différents sols. La richesse sporale a été de 19 spores avec deux spores communes aux six sols des différentes stations. Une forte similarité entre les spores des sols incendiés et non incendié a été observée. La caractérisation microscopiques des 39 champignons isolés a permis de déterminer entre autre les espèces du genre : *Trichophyton*, *Rhizopus*, *Aspergillus* et *Penicillium*. L'incendie semble ne pas avoir affecté la richesse avec de plus grand effectif dans les sols incendiés.

## Abstract

The soil is the habitat of a variety of microorganisms such as bacteria and fungi. The latter play a fundamental role in soil fertility. Fire is a major factor of disturbance of the balance of ecosystems. The objective of our work is to highlight the impact of fire on the soil microflora of cork oak. The sampling was carried out at the station of Ath kheir, Iguersafen and Béni khalfoun (Wilaya of Tizi-Ouzou). The soil was sampled under the crowns of 21 cork oak trees, i.e. 11 burned trees and 10 non burned trees at a depth of 10 to 20 cm around the roots at 1 to 1.5 m from the trunk. The fungal and bacterial community was observed and characterized by the spore richness of the soil fungi and their cultures on Sabouraud medium. Bacteria were isolated and determined on nutrient agar medium. The results obtained attest to the effect of the fire, after 9 months of passage, on the water pH of the soil which has become alkaline. The richness of the bacterial community was 23 species among which we determined bacteria of the genus Streptococcus, Bacillus Gram<sup>-</sup>, Staphylococcus, Coccobacillus in the burnt and non burnt soil with a dissimilarity between the different soils. The spore richness was 19 spores with two spores common to the six soils from the different stations. A high similarity between spores from fire and non-fire soils was observed. Microscopic characterization of the 39 fungi isolated allowed us to determine the species of the genus : *Trichophyton*, *Rhizopus*, *Aspergillus* and *Penicillium*. The fire does not seem to have affected the richness with greater numbers in the burned soils.