

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

N° : 60 /DSA/2022



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES
AGRONOMIQUES

SPECIALITE : SCIENCE DU SOL

**Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique**

par: HADJ HAFSI Yamna

Intitulé :

**Inventaire, cartographie et identification des
macromycètes dans la région de M'sila**

Soutenu devant le jury composé de:

M. TIAIBA Ammar	MCB	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Président
Mme. BENSEMANE Latifa	MCB	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
M. SARRI Djamel	MCA	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Examinateur

Année universitaire : 2021-2022

Résumé

L'étude des champignons en différentes biotopes, est un axe de recherche très important. L'objectif de notre mémoire, porte sur l'étude des macromycètes, leur écologie ainsi leur identification, récoltés durant la période de septembre 2021 à avril 2022, dans trois sites, Maadid, Ain el hjel et Ouanougha situés dans les différentes zones de la wilaya de Msila.

Les champignons sont consommés en raison de leur valeur nutritionnelle et peuvent être cultivés à des fins commerciales, en outre, ils possèdent une gamme variée d'application. Les relevés floristiques et l'inventaire fongique ont dévoilé une diversité d'arbustes, d'herbes et d'arbres et une diversité fongique, particulièrement, des champignons macroscopiques comestibles. On a recensé 20 espèces de champignons, 11 sont des basidiomycètes, une seule espèce d'ascomycète, et 25 espèces végétales. La présence de champignons est plus abondante dans les régions de Maadid et Ouanougha que dans le site de Ain el hjel à cause des différences de l'altitude des sols et du climat.

Mot clés : Champignons, macromycète, biodiversité, inventaire, Msila.

Summary

The study of fungi in different biotopes is a very important line of research. The objective of our thesis concerns the study of macromycetes, their ecology and their identification, collected from September 2021 to April 2022, in three sites, Maadid, Ain el hjel and Ouanougha located in different areas of the wilaya of Msila.

Mushrooms are consumed because of their nutritional value and can be cultivated for commercial purposes; moreover, they have a wide range of applications. The floristic surveys and the fungal inventory revealed a diversity of shrubs, grasses and trees and fungal diversity, particularly edible macroscopic fungi. Twenty species of fungi have been identified, 11 are basidiomycetes, only one species of ascomycete, and 25 plant species. The presence of fungi is more abundant in Maadid and Ouanougha than in Ain el hdjel because of the differences in soil, altitude and climate.

Keywords: Fungi, macromycete, biodiversity, inventory, Msila

ملخص

تعتبر دراسة الفطريات في البيئات الحيوية المختلفة خط بحث مهم للغاية. تهدف أطروحتنا إلى دراسة الفطريات الكبيرة، وتحديد بيئتها، والتي تم جمعها خلال الفترة من سبتمبر 2021 إلى أبريل 2022، في ثلاثة مواقع، المعاضيد، عين الحجل وونوغة الواقعة في مناطق مختلفة من ولاية المسيلة. يُستهلك الفطر بسبب قيمته الغذائية ويمكن زراعته لأغراض تجارية ، علاوة على ذلك ، لديه مجموعة واسعة من التطبيقات. كشفت المسوحات الزهرية وجرد الفطريات عن تنوع في الشجيرات والأعشاب والأشجار وتنوع فطري ، وخاصة الفطريات العيانية الصالحة للأكل. تم تحديد عشرين نوعًا من الفطريات ، 11 نوعًا من الفطر القاعدي ، ونوع واحد فقط من الفطر غير الكامل ، و 25 نوعًا من النباتات. يتواجد الفطر بكثرة في منطقتي المعاضيد و وونوغة مقارنة بعين الحجل بسبب الاختلافات في الارتفاع، التربة والمناخ.

الكلمات المفتاحية: الفطر ، الفطر الكبير ، التنوع البيولوجي ، الجرد ، المسيلة.

Remerciement

Au terme de cette étude, je remercie et je loue le dieu de m'avoir donné la vie, la santé et d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Je tiens à remercier les personnes qui ont permis de réaliser ce travail :

nos chaleureux remerciement, au premier lieu, à mon encadreur : Mme **BENSEMANE Latifa** pour ses précieux conseils et son soutien méthodologique.

Spécialement, à M. **RABIA Abdrrahmane**, chef service extension et protection des terres (conservation des forets de la wilaya de M'sila) pour ses orientations

Aussi, à Dr **KHODJA Youcef** , pour son aide.

Ensuite, l'honneur de remercier :

Dr **TIAIBA Ammar**, qui a présidé le jury de ce modeste travail.

Dr **SARRI Djamel**, qui a accepté de corriger mon mémoire.

Enfin, je dis merci à tout les enseignants du département de l'agronomie de l'université de M'sila.

Dédicace

Je dédie cet événement marquant de ma vie

A mes parents, la source d'affection et

d'encouragement ;

A Mme Mellak Samira, a mes sœurs et ses enfants, Lila,

Nadjah, Amal, Meryem, Hala, Chaouki, Fifi, Sara,

Zahra, la source de l'espoir et le sourire.

A tout l'équipe administratif du département

d'agronomie de M'sila et tout particulièrement, Saada

Ameur, Batat A. ouahabe et ma chère amie Hamlaoui

Houda.

Sommaire

Sommaire

Résumé -----	
Remerciement -----	
Dédicace-----	
Sommaire-----	
Liste des figures -----	
Liste des tableaux -----	
Lexique -----	
Introduction -----	1
Partie I : Synthèse bibliographique -----	3
I.1. Les champignons dans les biotopes forestiers -----	3
I.2. Modes de vie des champignons forestiers-----	5
• Les symbiotes -----	5
• Les saprophytes -----	6
• Les parasites -----	6
I.3. Cycle de vie du champignon -----	6
I.3.1. La reproduction sexuée -----	6
I.3.2. La reproduction asexuée -----	7
I.4. Structure et morphologie -----	7
I.4.1. Le mycélium -----	7
I.4.2. Le carpophore -----	8
I.5. Identification des champignons forestiers -----	9
I.5.1. Méthodes classiques -----	9
I.5.1.1. Description des caractères macroscopiques -----	9
• Chapeau -----	9
• Pied (stipe) -----	10
• Hyménophore -----	10
• Attachement des lamelles -----	10
I.5.1.2. Caractères microscopiques -----	10
I.5.1.3. Caractères organoleptiques -----	11
• Goût et odeur -----	11
I.5.1.4. Autres caractères -----	11
• Latex -----	11
• Sporée -----	11
I.5.2. Méthodes moléculaires-----	11
I.6. Importance des champignons forestiers dans divers domaines -----	11
I.6.1. Alimentaire -----	11
I.6.2. Médicale -----	12
I.6.3. Commerciale -----	12
I.6.4. Ecologique -----	13
I.7. Facteurs influençant la richesse fongique -----	13
I.7.1. Type d'habitat -----	13
I.7.2. Les formations végétales -----	14
I.7.3. L'âge du peuplement forestier -----	14
I.7.4. Facteur édaphique -----	14
I.7.5. Facteurs du climat -----	14
I.7.6. Facteurs anthropiques -----	14

Partie II : Etude expérimentale -----	16
II.1. définition de la zone d'étude -----	16
II. 1.1. Relief -----	18
II. 1.2. Géologie -----	18
1. Primaire -----	18
2. Secondaire -----	18
• Trias -----	18
• Jurassique -----	18
• Crétacé -----	18
3. Tertiaire -----	18
4. Quaternaire -----	18
II. 1.3. Sols -----	19
II. 1.4. Végétation -----	20
II.1.4.1. Les formations forestières -----	20
II.1.4.2. les formation steppiques -----	20
II.1.5. Ressources hydriques -----	20
II. 1.6. Climat -----	20
II.1.6 .1. Pluviométrie -----	21
II.1.6.2. Température -----	21
II.1.7. Les autres caractéristiques climatiques -----	22
II. 1.7.1. Vents -----	22
II.1.7.2. Humidité -----	22
II.1.7.3. Evapotranspiration -----	23
II.2. Localisation des sites d'études -----	23
Site I : Maadid -----	23
Site II : Ain el hdjel -----	25
Site III : Ounougha -----	26
II.3. Prises d'échantillonnage -----	27
II.3.1. Mode et périodes des relevés mycologiques -----	27
II.3.2. Relevés floristiques -----	27
II.3.3. Conservation -----	28
II.4. Résultats et discussions -----	28
II.4.1. Résultats -----	28
II.4.1.1. Diversité fongique -----	28
II.4.2. Discussion -----	35
Conclusion et perspectives -----	37

Liste des figures

Fig. 01. : Position des champignons dans la classification scientifique des Eucaryotes -----	3
Fig. 02. : Mode de croissance des champignons -----	4
Fig.03 : Différents modes de vies des champignons -----	6
Fig. 04 : Cycle de vie d'un champignon à reproduction sexuée -----	7
Fig.05 : A. Les différentes structures des hyphes fongiques. -----	8
B. Les cordons mycéliens d'ectomychorizes colonisant le sol. -----	8
Fig.06 : Noms des parties d'un champignon-----	8
Fig. 07 : Caractéristiques du chapeau -----	9
Fig.08 : Caractéristiques du pied-----	10
Fig.09 : Caractéristiques d'insertion au pied-----	10
Fig.10 : Différentes formes d'attachement des lamelles-----	10
Fig.11 Carte de la localisation géographique de la wilaya de M'sila -----	16
Fig.12 Carte de limite administrative de la wilaya de M'sila-----	17
Fig.13 Répartition des sols et les reliefs de la région de Msila -----	19
Fig.14 Carte de délimitation des sites d'études -----	23
Fig.15 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Maadid)-----	23
Fig.16 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Ain el hdjel)-----	25
Fig.17 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Ouanougha)-----	26

Liste des tableaux

<u>Tableau 01</u> : Valeur nutritive des champignons comestibles -----	12
<u>Tableau 02</u> : Valeurs moyenne mensuelle et moyen annuelle des précipitations (Pmm) 2021-2022 -----	21
<u>Tableau 03</u> : Températures moyennes mensuelles maximales, minimales et moyenne (°C) 2021-2022 -----	21
<u>Tableau 04</u> : Valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent (Km/h) 2021-2022 -----	22
<u>Tableau 05</u> : Valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) -----	22
<u>Tableau 06</u> : Les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site de Maadid en automne (Nov)-----	28
<u>Tableau 07</u> : Les espèces fongiques et floristiques inventories de site de Maadid en saison du printemps (Avril) -----	29
<u>Tableau 08</u> : Espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ain el hdjel au printemps (Avril)-----	31
<u>Tableau 09</u> : Espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ounougha au printemps (avril) -----	31
<u>Tableau 10</u> : Répartition des espèces des champignons par mode de vie -----	33
<u>Tableau 11</u> : Répartition des champignons selon la division -----	34
<u>Tableau 12</u> : Répartition et abondance des champignons par sites d'étude-----	35

Lexique

- **Adné** : se dit des lames ou des tubes qui viennent s'attacher au pied du champignon et y adhèrent de façon perpendiculaire sans descendre le long du pied du champignon.
 - **Asexuée** : En biologie une espèce est dite asexuée si elle peut se reproduire sans l'existence d'individus de sexes distincts (antonyme : sexué).
 - **Biotope** : aire géographique de dimensions variables, possédant des caractéristiques écologiques précises et offrant des conditions constantes ou cycliques aux espèces qui s'y trouvent (la biocénose).
 - **Chamaephytes** : sont des plante vivaces dont les bourgeons d'hiver se situent près du sol.
 - **Chott** : dépression fermées par les eaux salés.
 - **Ecosystème** : unité fondamentale, formé par une communauté d'être vivants en interaction (biocénose) avec son environnement (Biotope).
 - **Epigé** : se dit d'un champignon fructifiant au-dessus de la surface du sol.
 - **Fructification** : Appareil reproducteur des champignons. C'est la partie visible par opposition au mycélium qui lui est presque toujours enfoui dans son milieu.
 - **Halophyte** : se dit d'une plante vivante dans des eaux ou sur les sols salés.
 - **Hétérotrophes** : qui se nourrit de substances organiques, ne peut effectuer lui-même la synthèse de ses éléments constitutants opposé à autotrophe.
 - **Hyménium** : Une couche monocellulaire, couche supérieure (peau) du champignon.
 - **Hypogé** : se dit d'un champignon se développe sous terre.
- pied ou même n'ayant pour longueur que le cinquième ou le dixième du rayon du chapeau.
- **Le sclérote** : Corps dur mycélium aggloméré, formé par certains champignons pour résister en milieu hostile.
 - **Mamelonné** : Couvert, formé de collines arrondies.
 - **Maquis** : dans les régions méditerranéennes, association végétale touffue et dense qui caractérise les sols siliceuse des massifs anciens.
 - **Matorral** : formation végétale des pays méditerranéens, plus ouverte que le maquis. Forme dégradée de la forêt à chêne vert.
 - **Mycètes** : Le règne des fungi, aussi appelé mycota ou mycètes ou fongi, constitue un taxon regroupant des organismes eucaryotes appelés communément champignons.
 - **Nitrophile** : se dit d'une plante qui pousse sur les sols les plus riches en nitrates.
 - **Oueds** : cours d'eau qui ont des écoulements irréguliers.
 - **Paléozoïque** : ère géologique correspondant aux systèmes allant du cambrien au permien (le Paléozoïque s'étend de 540 à 245 millions d'années). Syn. primaire.
 - **Phénologie** : étude de la chronologie des phénomènes biologique saisonniers des champignons en relation avec le climat.
 - **Photosynthèse** : consiste à transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique.
 - **Phylums** : série évolutive de formes du champignon dérivant d'un même ancêtre et caractérisées par un même plan global d'organisation.
 - **Psammophile** : qui se développe sur les sols sablonneux.
 - **Sexué** : Une espèce qui nécessite pour se reproduire; deux individus de sexes opposés.
 - **Taillis** : peuplement forestier issu de rejets de souche.
 - **Thalle** : Appareil végétatif ne possédant ni feuille, ni tige, ni racine, produit par certains organismes non-mobiles.

Introduction

Introduction

Dès l'antiquité, l'Homme a connus les champignons pendant des milliers d'années. De nos jours, la récolte des champignons fait partie de la civilisation des peuples européens et asiatiques qui les ont toujours utilisés comme aliment et remède (**Lariviere, 2016**). Leur culture a été développée afin d'obtenir une production maîtrisée (**Del Pilar et Rodriguez, 2014**).

La diversité biologique est constituée par la variété et la variabilité de tous les organismes vivants (**Del Pilar et Rodriguez, 2014**). Les champignons représentent l'un des groupes d'organismes les plus vastes et les plus diversifiés sur terre (**De Crop et al., 2021**). Ils occupent le deuxième rang parmi les règnes les plus diversifiés (animal) (**Després, 2012**). Le nombre de champignons décrits, à nos jours, est d'environ 1.5 millions d'espèces, mais seulement 14% ont été découvertes, ceci est due aux difficultés de les cultiver en laboratoire et pour manque de connaissances sur leurs biotopes (**Kolimedje et al., 2021**).

De nombreux études ont déjà été menées pour étudier la diversité fongique (**Langlois et al., 2013**), mais demeure le règne le plus méconnu et énigme, à ce rythme, il faudra plusieurs siècles pour les répertorier tous (**Després, 2012**).

Les champignons, sont assez spécifiques dans leurs exigences nutritionnelles et écologiques (**Toma et al., 2013**). Leur croissance n'est pas chose simple, mais le fruit issu d'un processus séquentiel à la fois cadencé dans le temps et planifié dans l'espace (**Béguinot, 2012**).

En Algérie, le plus grand pays d'Afrique, possède une grande diversité d'écosystèmes naturels (**Aouadj et al. 2019**), surtout sur les massifs montagneux, puisqu'il existe plusieurs étages bioclimatiques méditerranéens et de végétation, avec des formations arborescentes (**Djellouli et al., 2020**). Actuellement, peu de données et d'informations sont disponibles sur les champignons supérieurs et leurs identifications, n'ont pas été suffisamment étudiés (**Smail et Meddour, 2015**).

A notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée sur la diversité des champignons macroscopiques, sur aucune des différentes régions de la wilaya de M'sila, et particulièrement sur l'inventaire et la cartographie de cette mycoflore.

L'objectif de ce travail, est d'apporter des informations sur les caractéristiques générales des conditions favorables au développement des champignons et d'établir une cartographie.

Notre étude se divise en deux parties. La première partie, présente une synthèse bibliographique sur l'écologie de la mycoflore. La deuxième partie, concerne la description

des zones et des sites d'étude. Les méthodes et le matériel qui ont servi à réaliser ce travail, ainsi que les résultats obtenus sur l'inventaire et l'identification des espèces de champignons récoltés en 2021/2022 et leur discussion. Enfin le manuscrit s'achève par une conclusion et des perspectives.

*Partie I : Synthèse
bibliographique*

Partie I : Synthèse bibliographique

I.1. Les champignons dans les biotopes forestiers :

Les champignons appartiennent à un règne spécial qui s'approche plus de celui des animaux que de celui des végétaux (Le Tacon, 2012). Les champignons appelés *Mycota* ou *Mycetae* ont été longtemps classés dans le règne végétal.

Le mode de vie des champignons et leur système de reproduction en font d'eux des êtres originaux et, ce sont ces spécificités qui ont conduit à la création d'un règne, bien à part, dit "règne fongique" (du latin *fungus*=champignons) et ce, au même titre que ceux des Bactéries, des Végétaux et des Animaux (Pillot, 2017 ; Dommergues et Mangenot, 1970)(Fig. 01).

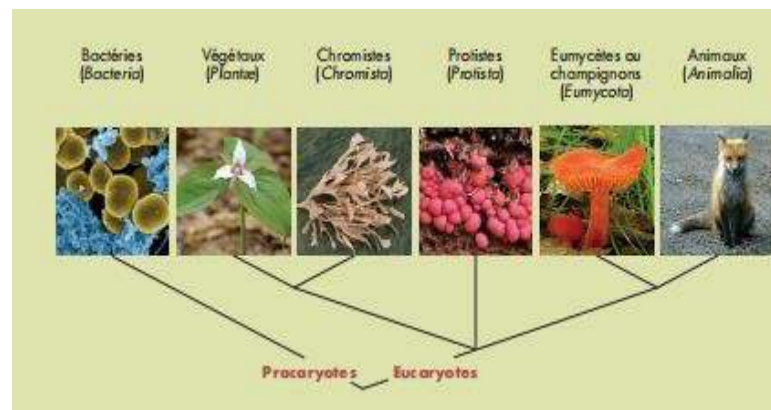


Fig. 01 : Position des champignons dans la classification scientifique des Eucaryotes (Després, 2012)

Selon Després (2012) les champignons sont des organismes Eucaryotes, unicellulaires ou pluricellulaires et immobiles. Rapior et Fons (2007) Ils sont dépourvus de chlorophylles, par conséquent hétérotrophes, ils se nourrissent par absorption de la matière organique (carbone) environnante. La paroi de leurs cellules est rigide, composée de chitine, que l'on trouve chez les arthropodes (insectes, crustacées,..) (Mazoyer et al., 2002).

Le règne des champignons se divise en deux grands groupes : les champignons microscopiques et les champignons macroscopiques (Larivière, 2016).

Boa (2006) note que les champignons macroscopiques appartiennent à un groupe distinct d'organismes composés d'espèces ayant de grands corps et des sporophores visibles. Ce groupe dispose de deux composantes : la partie végétative (mycélium) et la partie reproductive (carpophore). Le mycélium est la partie souterraine de l'organisme. Il est constitué d'un réseau de minuscules filaments appelés hyphes (Nieuwenhuijzen, 2007),

lesquels le rendent une ressource consommable renouvelable même après la récolte du carpophore. Le carpophore est la partie externe du champignon qui assure aussi bien la reproduction de l'organisme par la libération des millions de spores, que la reproduction asexuée et sexuée (Gévry, 2010 ; Gévry et al., 2009).

Généralement, les champignons sont terrestres. Mais on en y trouve dans les caves, les souterrains, parfois à une profondeur considérable en acquérant souvent une forme bizarre à cause de manque de lumière et d'autres dans de la terre simplement (Persoon, 1818). Ils peuvent se trouver, aussi, dans les forêts, les prés, sous les feuilles, les troncs, au pied des arbres, au bord des chemins. Certains parmi eux préfèrent des lieux spécifiques ou des types d'arbres favoris (Fabre, 2010).

La vie des champignons est éphémère à la surface du sol (Després, 2012). Ils croissent précipitamment et se produisent entre 24 et 48 heures et disparaissent aussitôt en se décomposant (Razafinjatovomalala, 2013). Quant à leurs modes de croissance, ils diffèrent énormément. Certains champignons présentent un mode de croissance solitaire, d'autres une forme de peuplades (grégarius) ou groupes plus rapprochés, ou encore de touffes souvent cohérentes à leur base (cespitosus) avec quelques fois des individus formant des traînées dans les bois. Mais la forme la plus surprenante s'appelle les cercles de sorcières (Persoon, 1818)(Fig.02).

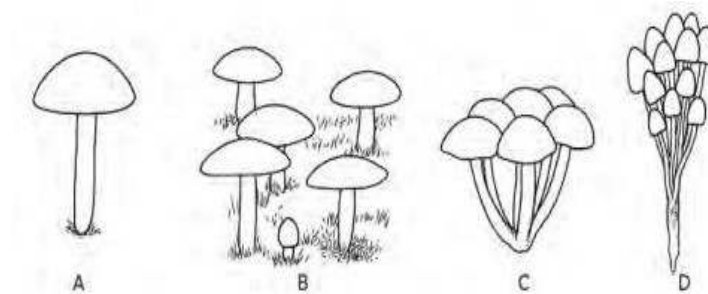


Fig. 02 : Mode de croissance des champignons :

A. Solitaire (isolé), B. Grégaire, C. Cespiteux (en touffe), D. Fasciculé (Ndong et al., 2011)

La classification des espèces, appartenant au règne fongique, a connu de nombreuses modifications (Cordier, 2012). Aujourd'hui, selon les analyses phylogénétiques, la classification des champignons s'est considérablement simplifiée. Aussi, actuellement le règne fongique se subdivise en cinq phyla : les Chytridiomycota, les Zygomycota, les Glomyromycota, les Basidiomycota, les Ascomycota. Mais on relève que ce sont les deux derniers phylums, formant le groupe des Dicaroyotes, qui représentent la majorité des espèces de champignons décrites (Le Calvez, 2009 ; Ben Messaoud et Dhib, 2021).

I. 2. Mode de vie des champignons :

D'après **Després (2012)**, les champignons ne sont pas comme les plantes qui sont des hétérotrophes, ils puisent leur énergie dans l'environnement immédiat. C'est grâce particulièrement d'une part, de leur capacité à absorber leurs nutriments à partir de divers substrats et d'autre part, leurs modes de vie qu'ils arrivent à coloniser différents milieux.

Les champignons remplissent d'importantes fonctions naturelles et jouent un rôle fondamental dans les écosystèmes. Selon la façon dont ils tirent leurs subsistances, on peut les classer en trois catégories (**Koune, 2001**)(Fig.03)

• Les symbiotes

Les symbiotes sont des champignons, symbiotiques ou mutualistes, formant une association à bénéfice réciproque avec soit, des végétaux supérieurs (mycorhizes), des cyanobactéries, des algues (Lichens) ou des animaux (**Fortin et al., 2015**). Selon **Smith et Read (1997 et 2008)** l'association la plus répandue à l'échelle planétaire reste, de loin, la symbiose mycorhizienne où on relève que c'est le mycélium qui apporte, à l'hôte, les différents nutriments comme de l'eau et des sels minéraux (Phosphore) et, en retour, les champignons reçoivent de la matière organique (sa nourriture) nécessaire à leur survie. Les champignons mycorhiziens constituent donc un élément essentiel du fonctionnement des écosystèmes (**Henry et al., 2021**).

Le symbiote fongique s'associe de diverses manières avec les racines de la plante hôte (**Nounsi et al., 2014**). Selon les caractères anatomiques de l'association, cette symbiose prend différentes formes, appelées ectomycorhizes, endomycorhizes ou ectendomycorhizes (**Nouaim et Chaussod, 1996**).

Au plan de la recherche, on relève que les études de la symbiose ectomycorhizienne est très importante et très étudiée parce qu'elle contribue grandement au développement des ligneux présentant un intérêt économique mais, dommage que cette catégorie de végétaux n'en constitue que 3% de la végétation terrestre (**Thoen et Ducouso, 1989 ; Nouaim et Chaussod, 1996**). Ce symbiote, dont la diversité est estimée entre 20.000 à 25.000 espèces (0,5 à 0,7 % de la diversité fongique totale), qui peut être épigé ou hypogé (**Duponnois et al., 2013**), appartient majoritairement à des Basidiomycètes et Ascomycètes et rarement à des Gloméromycètes.

• **Les saprophytes :**

Les champignons saprophytes se caractérisent, selon les espèces qui composent ce groupe, par la colonisation et la dégradation de la matière organique non vivante et des substrats spécifiques (**Larivière, 2016 ; Laperriere, 2020**). Ils peuvent croître sur des feuilles mortes (les saprophytes de la litière), des excréments d'animaux (corpophiles), des souches de bois mort (lignicoles), de la décomposition de la matière organique du sol (humicoles), pyrophiles (sur terre et bois brûlés),

des plantes herbacées (herbicoles) ou encore et enfin, sur d'autres champignons (fongicoles) (**Moreau et al., 2002 ; Nieuwenhuijzen, 2007**).

• **Les parasites :**

Comme l'indique la définition, les organismes, composant ce groupe, vivent aux dépens d'autres êtres vivants qu'ils soient animaux, végétaux ou fongiques (**Eyssartier et Roux, 2017 ; Fabre, 2010**). Ils sont responsables de certaines maladies pouvant entraîner la mort des organismes vivants. Certaines espèces peuvent être à la fois saprophytes et parasites (**Yombiyeni, 2014**).

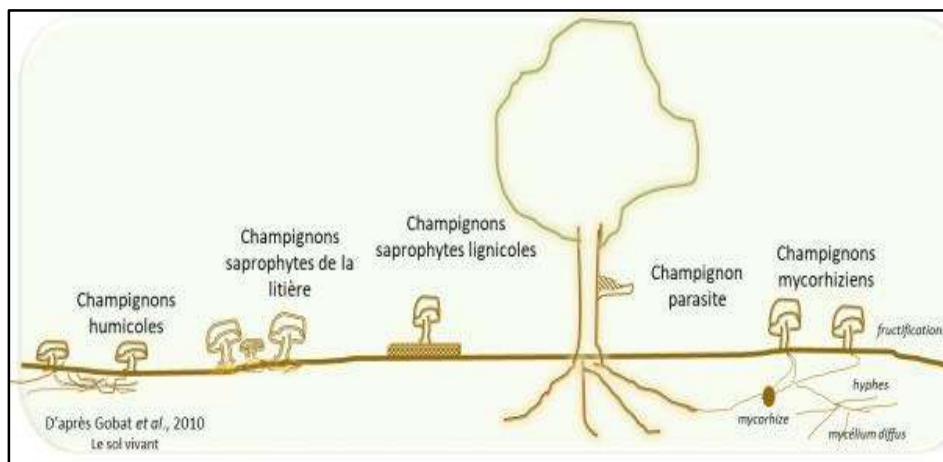


Fig.03 : Différents modes de vies des champignons (**Auclec, 2021**)

I. 3. Cycle de vie du champignon :

Le mode de reproduction des champignons peut être aussi bien sexué qu'asexué (**Plourde, 2016**).

I. 3.1. La reproduction sexuée :

D'après **Pillot (2017)** le vent peu emporter des spores de polarités différentes lesquelles peuvent se fixer sur un substrat (terre, bois morts) et, au bon moment, lorsque les conditions environnementales le permettent, ils vont pouvoir produire de nouveaux mycéliums (mycélium primaire) (**Déspres, 2014**). Il s'ensuivra, après un chassé-croisé

qui se termine par la rencontre et la fusion avec un autre mycélium de polarité contraire (plasmogamie), une fusion qui engendrera une formation d'un mycélium secondaire. Dès lors, les filaments tubulaires (hyphes) du nouveau mycélium, possédant deux noyaux (dicariotique) sont désormais en mesure de relancer le processus de reproduction sexuée.

En présence de conditions favorables, le mycélium produit des fructifications lesquelles peuvent générer, à la surface de ses parties fertiles, des cellules reproductrices (basides ou asques) contenant initialement deux noyaux lesquelles se fusionnent (caryogamie) pour n'en donner qu'un seul. C'est ce noyau qui va, à la méiose se scinder pour donner presque toujours un nombre pair de noyaux, le plus souvent quatre pour les basidiomycètes et huit pour les ascomycètes. C'est durant cette phase cruciale (la méiose) qu'il sera donné naissance à des spores qui engendreront les nouveaux représentants de l'espèce (Fig. 04).

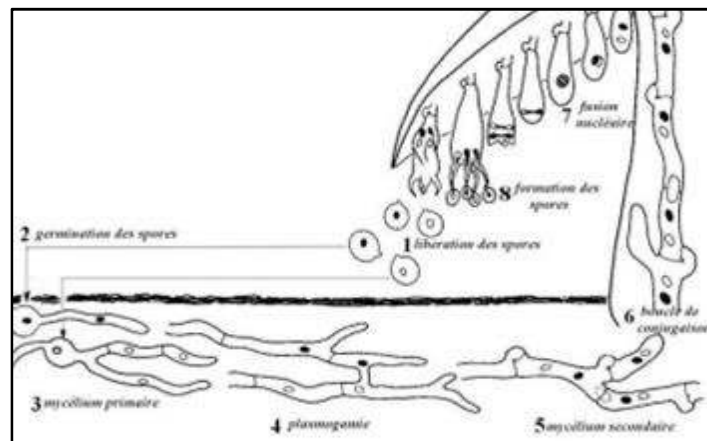


Fig. 04 : Cycle de vie d'un champignon à reproduction sexuée (Pillot, 2017)

I.3.2. La reproduction asexuée :

la reproduction asexuée s'effectue par une fragmentation des hyphes du mycélium (Plourde, 2016).

I.4. Structure et morphologie :

I. 4.1. Le mycélium :

Les macromycètes sont, le plus souvent, présents sous forme végétative indétectable sauf s'ils se présentent sous forme de sclérotés, d'ectomycorhizes, de cordons mycéliums structurés ou de cordons simples (Voiry et al., 2016).

La plupart des champignons du sol ont un appareil végétatif (mycélium) formé de

filaments ramifiés, cloisonné ou non et le plus souvent blanchâtre (hyphes) ayant chacun un diamètre variant entre 1 à 5 μm (Gobat *et al.*, 2010 ; Rochet, 2012 ; Gevry, 2010). Cet organe de croissance apicale, est délimité par une membrane/paroi (Fiore-Donno, 2001).

Fiore-donno (2001) et Gobat *et al.* (2010) trouvent que le degré de croissance du mycélium varie fortement selon les espèces et le milieu environnemental. Son extension est souvent considérable et peut mesurer, parfois, plusieurs mètres pouvant atteindre 10 000 Km de longueur totale dans un mètre carré du sol (Fig.05).

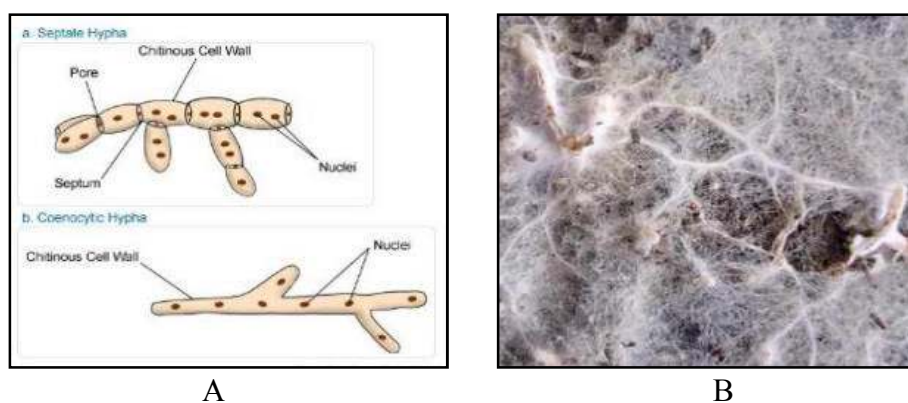


Fig.05 A . Les différentes structures des hyphes fongiques (Tikour, 2018).

B. Les cordons mycéliens d'ectomycorhizes colonisant le sol (Rondet *et al.*, 2015)

I.4.2. Le carpophore :

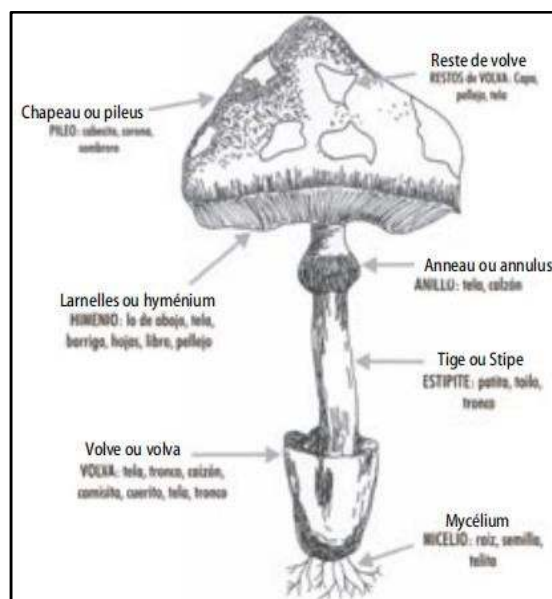


Fig.06 : Noms des parties d'un champignon (Boa, 2006).

Selon **Persoon (1818)** et **Léveille (1846)** les champignons sont composés de différentes parties mais celles-ci sont rarement réunies dans toutes les espèces à la fois. Donc, ces parties sont : d'abord, **la Bourse** (Volve ou Volva) qui est une membrane plus au moins consistante, ensuite le **Pédicule** (pied, tige, stipes, caulis) qui est la partie inférieure et rétrécie qui supporte le chapeau et aussi, le **Collet** (anneau, annulus, Corolla, Michli) qui est une enveloppe collée au sommet du pédicule et au bord du chapeau. Quant à **l'hyménium** c'est une couche membraneuse sur laquelle repose les organes de la fructification et, enfin, le **Chapeau**, (Piléol, Pileus, umbraculum, Capitulum, Tabula), c'est la partie supérieure qui peut avoir plusieurs formes et qui porte les organes de la fructification et leurs annexes.

I.5. Identification des champignons forestiers :

I.5.1. Méthodes classiques :

I.5.1.1. Description des caractères macroscopiques :

La systématique des champignons est basée principalement sur des critères morphologiques (**Verscheure et al., 2002**).

Pour déterminer un champignon, il faut réaliser une observation attentive concernant une multitude de caractères à diagnostiquer dont certains sont de type macroscopiques et donc, visibles à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe de terrain (**Ndong et al., 2011**).

Les champignons peuvent être décrits selon leur habitat, leur localisation géographique et selon le concept écologique de l'espèce (**Le Calvez, 2009**).

Parmi les quelques caractères essentiels pouvant aider à la détermination d'un champignon on peut citer :

• Chapeau :

La forme du chapeau, le diamètre, la hauteur, la couleur, la marge, les caractéristiques de la chair sont importantes (**Ba et al., 2011**) (Fig.07)

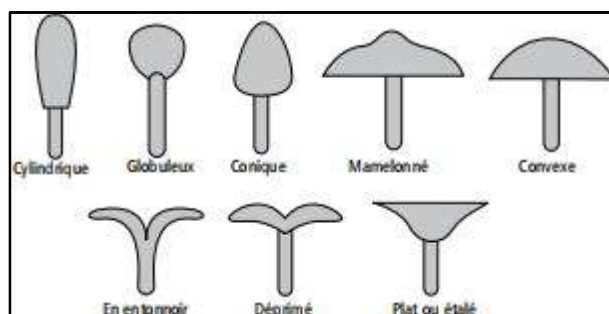


Fig. 07 : Caractéristiques du chapeau (**Gévry et al., 2009**)

• **Pied (stipe) :**

Les dimensions du pied, sa croissance, sa forme, son insertion, sa couleur, son ornementation, la présence d'un anneau et son emplacement (Ba et al., 2011) (Fig.08-09).

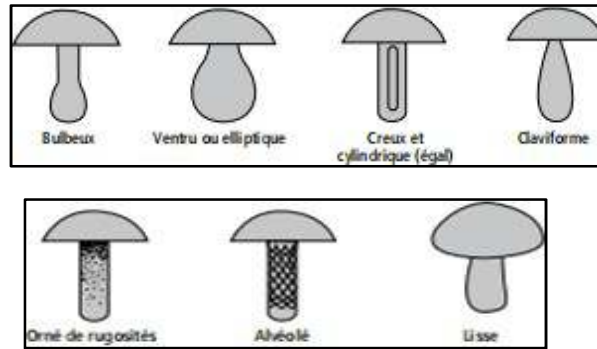


Fig.08 : Caractéristiques du pied (Gévry et al., 2009)



Fig.09 : Caractéristiques d'insertion au pied (Gévry et al., 2009)

• **Hyménophore :**

Il peut être lisse, ridé, lamellé, tubulé ou aiguillonné (Ndong et al., 2011).

• **Attachement des lamelles :**

Il peut être libre, échancré, unciné, émarginé, ascendant, sinué, inséré (Gévry et al., 2009) (Fig.10)

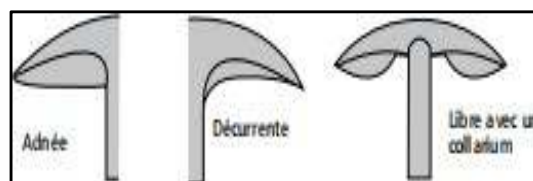


Fig. 10 : Différentes formes d'attachement des lamelles (Gévry et al., 2009)

I.5.1.2. Caractères microscopiques :

La détermination microscopique des champignons se base sur le diamètre des spores (longueur et largeur), forme, couleur et ornementation, d'autres observations microscopiques sont effectuées sur la chair, le stipe, et l'hyménium (Ndong et al., 2011).

I.5.1.3. Caractères organoleptiques :

• Goût et odeur :

Des caractères organoleptiques d'un sporophore peuvent jouer un rôle décisif dans la détermination de certaines espèces fongiques (**Chiron et Michelot, 2005**). Le goût peut être neutre, doux à acide, piquant, acide, fongique (**Ndong et al., 2011**).

I.5.1.4. Autres caractères :

• Latex :

La couleur, le goût, la viscosité et l'abondance de latex sont des caractères de diagnostic importants (**Ndong et al., 2011**).

• Sporée :

La couleur des spores constitue un des caractères les plus importants et suffisants pour l'identification d'un champignon. La couleur des spores est déterminée en réalisant une sporée (**Gévry et al., 2009**).

I.5.2. Méthodes moléculaires :

Depuis l'apparition de la biologie moléculaire et leurs techniques, les méthodes moléculaires ont connu un développement exponentiel (**Uhel et Zafrani, 2019**). Elles permettent de comprendre la phylogénie et la clarification de la taxonomie des champignons (**Ndong et al., 2011**). Ces techniques sont basées sur l'hybridation moléculaire, l'amplification par réaction de polymérisation en chaîne (PCR) et sur le séquençage des acides nucléiques (**Verscheure et al., 2002**).

I.6. Importance des champignons forestiers dans divers domaines :

I.6.1. Alimentaire :

A travers le monde, depuis des siècles, les champignons comestibles ont été cueillis et consommés par les populations et ont souvent constitué une source de nourriture avec une valeur nutritionnelle non négligeable (**Kamou et al., 2017**). Ils sont caractérisés par une haute teneur en eau (**De Kesel et al., 2017**). Ainsi, les résultats des analyses de divers champignons comestibles affirment que ces derniers contiennent une quantité importante et de haute qualité protéiniques, des minéraux, des glucides, des graisses (**Kamalebo et De Kesel, 2020**). **Kamou et al. (2017)** ainsi que diverses vitamines telles que la Thiamine, la Riboflavine, l'acide ascorbique et la vitamine D2. Les champignons sont considérés comme un aliment sain et équilibré (**Wele Idrisou, 2001**).

Aujourd'hui, ils contribuent à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire de populations forestières (**Zanh et al., 2016**). En Afrique, les champignons comestibles

sont utilisés comme source palliative d'aliments pendant les périodes de soudure (**Kamou et al., 2017**). Le tableau suivant illustre la valeur nutritive qui caractérise la plupart des champignons :

Tableau 01 : Valeur nutritive des champignons comestibles (**Wele Idrissou , 2001**)

Eléments	Valeur
Eau	90%
Protéine	50% du poids sec
Matières grasses	Entre 2% et 8% du poids sec
Glucides (glucose, sucrose, tétralose)	50% du poids sec
Valeur Energétique	35Kcal pour 100g
vitamines	B (thiamine, niacine, et riboflavine), Ergostérol (précurseur vitamine D, Acide folique), Carotène, Acide pantothénique
Sels minéraux	Phosphore et potasse
Oligo-éléments	Cuivre, Sélénium, Zinc, Aluminium, Fer

I.6.2. Médicale :

Outre l'utilisation alimentaire, les champignons, sont assez employés en pharmaceutique, en nutraceutique et en cosméceutique (**Plourde, 2016**). L'usage des champignons à des fins médicinales par divers peuples remonte à plusieurs siècles (**Deslandes et Pic, 2001**). Les pays orientaux ont été les premiers à reconnaître les champignons comme une importante source de médicaments (**Francia et al., 2007**).

Les champignons sont riches en composés ayant des propriétés pharmacologiques possédant des effets anticancéreux, régénérant du système nerveux, protecteurs cardiovasculaires, fongicides, anti-inflammatoires, antiviraux (VIH), bactéricides, parasitocides, antioxydants (**Person et al., 2019**).

On relève aussi que les champignons contribuent fortement, en tant que source de productions très recherchées, en cosmétique d'ingrédients blanchissants, de produits antirides et des hydratants et ce, à des fins d'enrichissement des produits (**Plourde, 2016**).

I.6.3. Commercial :

A l'heure actuelle, Les champignons sont exploités, commercialement, dans le monde entier et le taux de leur consommation a augmenté dernièrement dans de nombreux pays (**Toma et al., 2013**). Sur le marché mondial, c'est une industrie qui brasse actuellement

plus de 2 milliards de dollars de ventes annuelles (**Plourde, 2016**). La culture des champignons comestibles, en Amérique du Nord, Europe et Asie, est une source importante de revenus et elle alimente une chaîne de valeur très lucrative créant de très nombreuses petites entreprises et des emplois (**Onguene awana et al., 2018**).

I.6.4. Ecologique:

Au-delà de leurs modes de vie, les champignons interagissent avec l'environnement et y jouent de multiples rôles en lien avec leurs activités biochimiques, physiologiques et écologiques (**Després, 2012**).

Selon **Gobat et al. (2010)**, à côté de leurs rôles décomposeurs de la matière organique, les champignons participent à la stabilisation et la dynamique des sols. Ainsi, grâce au réseau éctomycorhizien, les hyphes fongiques améliorent la nutrition hydrique et minérale de la plante hôte en augmentant la surface de contact entre le sol et le système racinaire, ainsi que la production de divers enzymes extracellulaires (Phosphatase, Phytase) susceptibles de mobiliser du phosphore à partir de composés complexes du sol (**Duponnois et al., 2010 ; Ba et al., 2011**). Il a été noté aussi, par **Koune (2001)**, qu'ils font office de protecteurs des racines contre les pathogènes, prédateurs et autres concurrents. Quant à **Després (2012)**, celui-ci relève, en plus, qu'ils parviennent à dégrader plusieurs produits chimiques polluants (pesticide, résidus de pétrole).

Ainsi, à travers les différentes actions et rôles cités plus haut, il est permis d'avancer que les

champignons jouent un rôle très important dans la dépollution de l'environnement.

I.7. Facteurs influençant la richesse fongique :

En foresterie, de nombreux facteurs influencent la diversité des macromycètes. Ces facteurs comprennent le type d'habitat forestier, la diversité végétale particulièrement celle des plantes-hôtes, l'altitude, le type du sol et le climat (**Voiry et al., 2016**). Selon **Gévry (2010)** c'est la distance par rapport à l'équateur et les précipitations moyennes annuelles qui sont les variables importantes facteurs qui influencent la richesse fongique.

I.7.1. Type d'habitat :

L'habitat influence grandement la croissance des champignons (**Larivière, 2016**). La plupart des champignons sont cosmopolites et croissent indistinctement dans toutes les parties du monde mais leur étude géographique exige de longues années d'observations et c'est difficile de délimiter l'aire de dispersion du plus grand nombre d'entre eux (**Leuba, 1890**). En outre que, l'habitat n'est pas seulement caractérisé par la richesse spécifique,

mais aussi sur la composition de leur communauté (**Laperriere, 2020**).

I.7.2. Les formations végétales :

La nature des essences-hôtes, connectées aux symbiotes ectomycorhiziens, fait du champignon un tributaire d'hôte spécifique (**Guinberteau et Courtecuisse, 1997**). On trouve des champignons qui colonisent des espèces ligneuses bien déterminées et qu'on ne les trouve que sur ces types d'arbres, alors que d'autres ne sont présents que dans les forêts de feuillus ou de résineux (**Egli et Brunner, 2002**).

I.7.3. L'âge du peuplement forestier :

D'une manière générale, le nombre d'espèces de champignons augmente avec l'âge du peuplement, jusqu'à la fermeture du couvert, puis la composition de la communauté fongique se stabilise au stade mature de réensemencement du peuplement (**Peter et al., 2013**). La physiologie d'un arbre, change en fonction de la saison et de son âge et, en parallèle, les espèces des champignons associées à ces racines changent à cause du changement du cycle de vie de l'arbre mais elles peuvent toutefois être présentes à d'autres moments, mais en moins grande quantité (**Larivière, 2016**).

I.7.4. Facteur édaphique :

L'écologie des champignons est surtout conditionnée par les caractéristiques globales du sol (**Gobat et al., 2010**). Le type et la nature du sol, sa composition, sa richesse en bases ou en matière organique, son pH ou son extrême pauvreté trophique peuvent être déterminants pour réguler la présence ou l'absence de certaines espèces de champignon et l'expression d'une plus ou moins grande diversité fongique (**Guinberteau et Courtecuisse, 1997**).

I.7.5. Facteurs du climat :

Les variations saisonnières et interannuelles de productivité des champignons sont grandement influencées par les conditions météorologiques du milieu (**Gévry, 2010**). Comme pour de très nombreuses espèces végétales et animales, la température et l'humidité, qui varient suivant l'altitude et la latitude, seraient les principaux facteurs expliquant la productivité des espèces (**Gévry et al., 2009**). Ainsi, il a été relevé, par **Larivière (2016)**, que la durée de la saison et la lumière sont les principaux facteurs qui influencent la richesse fongique.

I.7.6. Facteurs anthropiques :

Selon **Fiore-Duno (2001)** les écosystèmes forestiers sont toujours exposés, et d'une manière croissante, aux multiples impacts anthropiques. Les interventions sylvicoles (coupes) (**Egli et Ayer, 1997**), Les changement climatiques (**Koune (2001)**), les pratiques

culturelles et l'industrie (apports acides et azotés) (**Egli et Brunner, 2002**), les substances radioactives et l'accumulation de métaux lourds et de polluants (**Boa, 2006**), les incendies (**Larivière, 2016**), la surexploitation des ressources naturelles (surpâturage, déforestation) (**Duponnois et al., 2013**), sont des pratiques qui affectent grandement la diversité des champignons.

***Partie II : Etude
expérimentale***

Partie II : Etude expérimentale :

Dans cette partie, il sera rapporté, à des fins d'appréciation des approches d'exploitation des résultats de l'étude, un certain nombre de données caractérisant, au plan climatique, la nature des sols, le relief, le couvert végétal, la géologie,...et ce, tant de la wilaya de M'sila que des sites lieux de la conduite de l'étude portant sur :

II.1. Définition de la zone d'étude

Les sites de la conduite de l'étude se situent dans les limites administratives de la wilaya de M'Sila, laquelle fait partie du bassin versant du Hodna et qui se trouve à 248 Km au Sud - Est d'Alger et à 125 Km du Golf de Bejaia (**Hadjab, 1998**).

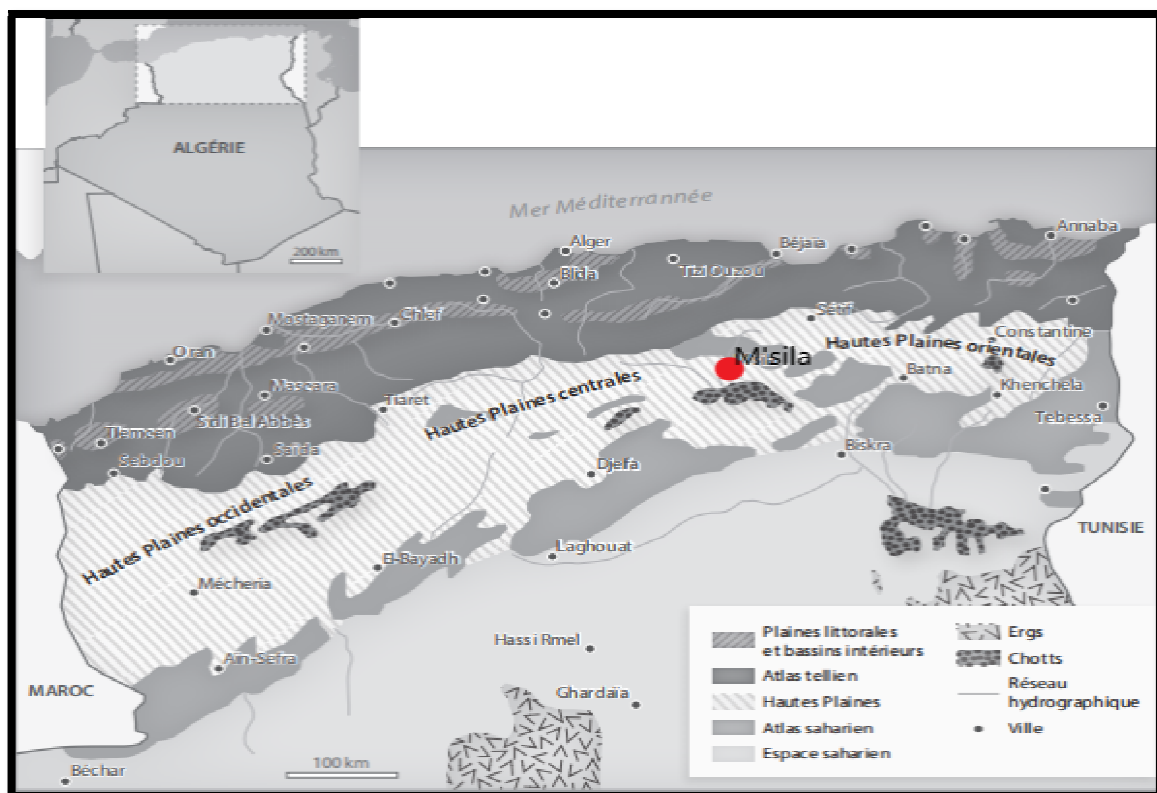


Fig.11 Carte de la localisation géographique de la wilaya de M'sila (**Hadeid et al. 2015**).

La wilaya de M'Sila, est administrativement limitée :

- Au nord, par les monts du Hodna lesquels forment une chaîne montagneuse dont l'altitude varie de 1400 m à 1890 m. jordan les limites administratives des wilayas de Sétif, de B.B. Arredj, Bouira et Médéa (**Hadjab et Dhimi, 2007 ; C.F. de M'sila 2020**).
- A l'Est, par la chaîne des Aurès dont le plus haut sommet culmine à 2320 (Mont Chélia) et la Wilaya de Batna (**Cote, 1970 ; C.F. de Msila, 2020**).
- Au Sud, par la chaîne de l'Atlas Saharien dont l'altitude varie de 800 à 1200 m et la wilaya de Biskra (**Hadjab et Dhimi, 2007 ; C.F. de M'sila 2020**).

• A l'ouest, par le débordement des formations atlasiques et la wilaya de Djelfa et une partie de la wilaya de Médéa (**Hadjab et Dhimi, 2007 ; C.F. de M'sila 2020**).

Les coordonnées géographiques de la wilaya sont : Latitude 35.7019; longitude 4.54697 35° 42' 7'' Nord et 04° 32' 49'' Est (**Ihaddadene et al., 2017**).

• Cette configuration géographique et spatiale de la wilaya lui confère un aspect écologique relativement unifié et la caractérise et la classe, au plan climatique, comme une région à prédominance steppique (**C.F. de M'sila 2020**).

• De par ses caractéristiques hydro-agro-pédo-climatique et couvert végétal, la wilaya de M'Sila fait partie de la région des hautes plaines du centre du pays et s'étend sur une superficie de 18,718 Km² pour une population estimée à 1.362.058 habitants, soit une densité de 75 hab/Km² (**C.F. de M'sila 2020**).

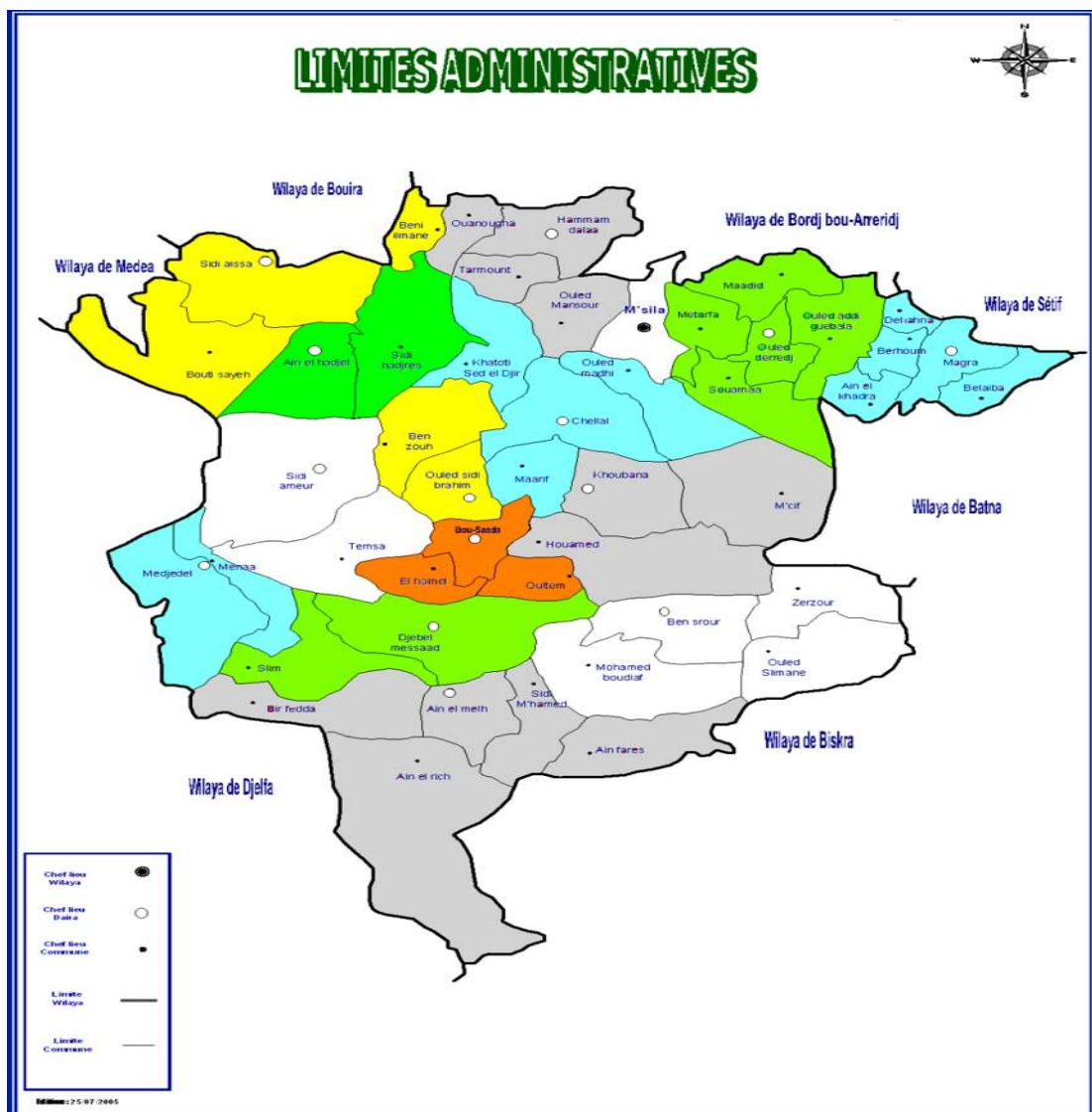


Fig. 12 Carte de limite administrative de la wilaya de M'sila (**C.F. de M'sila 2020**)

II.1.1. Relief :

La zone d'étude constitue une zone charnière et de transition entre les deux grandes chaînes de montagnes qui sont l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien (C.F. de M'sila, 2020). La configuration géographique se présente comme suit :

- Une zone relativement montagneuse dont l'altitude varie entre 1400 et 2000 mètres (Amroune, 2018) ;
- Son piémont s'étale sur une courbe altimétrique partant de 500 à 700 mètres. Quant à celle de la plaine du Hodna elle se situe entre 430 et 500 mètre mais les bordures du chott se situent entre 400 et 430 mètres (Hadjab et Dhimi, 2007) ;
- La zone des dunes de sable, dite "Le R'mel", s'étale et se rencontre particulièrement dans la partie sud et ouest de la wilaya à une altitude qui se situe entre 400 et 600 mètres (Hadjab et Dhimi, 2007).

II.1.2. Géologie :

Selon Amroune (2018), la géologie dans cette vaste région est à la fois complexe et diverse sur tous les plans, du fait de la présence des formations découlant des ères du primaire, du secondaire, du tertiaire et du quaternaire et que chacun de ces groupes est divisé à son tour en étages.

1- Primaire : la région est dépourvue de formations géologiques paléozoïques.

2- Secondaire : cette ère est subdivisée en :

• **Trias :** constitué essentiellement d'argiles gypsifères grises à minces niveaux bariolés, à bloc de dolomites empruntées du Crétacé inférieure.

• **Jurassique :** essentiellement calcaire-dolomitique, recouvre des surfaces considérables et surtout développé au Nord de M'Sila. Il est subdivisé en jurassique inférieur (Lias), jurassique moyen (Dogger) et jurassique supérieur (Malm).

• **Crétacé :** caractérisé par les grandes formations de craie, il est subdivisé en crétacé inférieur et supérieur.

3- Tertiaire : caractérisé par des formations qui affleurent en bandes, plus au moins parallèles, sur le plan méridional des monts du Hodna (côté centre et sud de la wilaya). Les couches formées au cours des cinq étapes de cette ère (Eocène, Oligocène autochtone, Oligocène allochtone, Miocène et Pliocène) plongent vers le centre de la plaine de M'Sila .

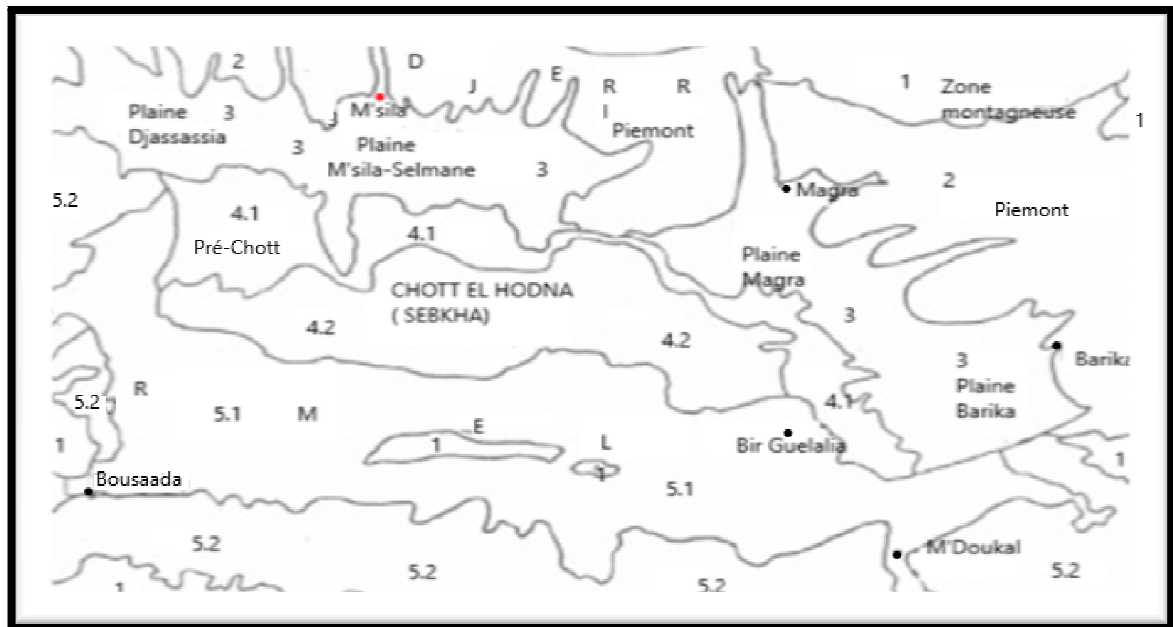
4- Quaternaire : d'origines continentales, les formations de cette ère quaternaire, sont discordantes sur un substratum Néogène et parfois Paléogène et sont souvent protégées par des croutes calcaire-gypseuses et subdivisées en trois étages : ancien, moyen et récent.

II.1.3. Sols

Le sol est un des compartiments essentiels de l'écosystème (Gobat et al., 2010). La pédologie le considère comme un milieu vivant en continuelle transformation (Gondé et al., 1968). Il agit comme contrôleur et révélateur de nombreux processus écologiques par ses caractères physiques, chimiques, et biologiques (Gobat et al., 2010).

En général, les sols steppiques sont fragiles, peu épais et pauvres en matières organiques, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (Nedjimi et Guit, 2012).

Les principaux types de sols que l'on rencontre dans notre région selon Hadjab et Dhimi, (2007) sont : des sols brun calciques, des sols bruns calcaires, des sols minéraux bruts, des sols peu évolués, des sols à accumulation calcaire des glacis (croutes), sols halomorphes et des sols minéraux bruts éoliens.



Légende

1 : Zone montagneuse	→ Sols bruns calcique	→ Dominance calcaire
2 : Piémont	→ Glacis anciens et moyens	→ Croutes et encroutement gypso-calcaire - Amos ou nodules calcaires.
3 : Plaines	→ Glacis récents	→ Gypso-saline (Altération des Marnes Miocènes) Sols peu évolués
4 : Chott et Sebka	→ Sols halomorphes	→ Accumulation gypso-salines de nappes (4,1) Salines dans la Sebka (Na Cl) (4,2)
5 : R'mel	→ Sols minéraux bruts Éoliens	→ Gypse et sel(5,1) Encroutements(5,2)

Fig.13 Répartition des sols et les reliefs de la région de Msila (Hadjab et Dhimi, 2007)

II.1.4. Végétation

Les formations végétales dépendent aux principales physionomies fréquentes en Afrique du nord (**Le Houerrou, 1969**). On y distingue :

II.1.4.1. Les formations forestières

La plupart des cas se sont des formations dégradées de type matorral, formant un ensemble forestier hétérogène comprenant de vastes clairières tant sur le massifs de l'Atlas Tellien au nord que sur celui du massif Saharien au sud où on y recense des essences forestières tels que le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le Chêne vert (*Quercus ilex*), Genévriers rouges (*Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*). Elles se composent aussi d'arbustes, d'arbrisseaux et des chamaephytes (**Pouget, 1980**).

II.1.4.2. Les formations steppiques

Ce sont des formations basses très ouvertes à dominance de graminées (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*) et des chamaephytes vivaces (*Artemisia herba alba*, *Arthrophytum scoparium*), auxquelles s'ajoute tout un ensemble d'espèces annuelles qui forment la parure des physionomies steppiques. Il existe d'autre physionomies steppiques liées à des facteurs écologiques particuliers et qui sont des steppes à halophytes et des psammophiles (**Wojterski, 1985**).

II.1.5. Ressources hydriques

Dans cette région, les ressources hydriques superficielles et souterraines ne manquent pas (**Hadjab et Dhimi, 2007**). Les oueds qui traversent les monts du Hodna coulent vers le sud et leurs eaux convergent vers le chott el Hodna (**Aitadjedjou, 2015**).

Les principaux oueds pérennes sont : oued K'sob, et oued M'sila. Les autres oueds sont nombreux mais ne coulent qu'après les fortes pluies. Le volume total du barrage du K'Sob destiné à l'irrigation des terres agricoles est de 11, 84 Mm³, mais l'apport pluviométrique annuel est estimé à 32, 1 Mm³/ an. (**Amroune, 2018**).

Le volume des eaux souterraines de la nappe du Hodna est de l'ordre de 180 millions m³ et les points d'eau (3500 au total) sont formés de puits (90%) et de forages (**Amroune, 2018**).

II.1.6. Climat

Dans l'étude des ressources naturelles d'une région, le climat prend un caractère très important car il conditionne la biologie des espèces, leurs adaptations aux conditions d'aridité et explique leurs potentialités de production (**Cornet, 1988**). La déclinaison des éléments d'information se rapportant aux caractéristiques régionales de la wilaya de M'Sila aux plans

pluviométrique, températures, nature géologique et pédologique, relief,...la caractérise la zone d'étude de type continental soumis en partie aux influences sahariennes (C.F. de M'sila, 2020).

II.1.6.1. Pluviométrie

Les précipitations englobent toutes les chutes d'eau sous ses différentes formes (les pluies, la neige, la rosée, le brouillard) (Eliard, 1978). En général, dans les zones steppiques, la pluviométrie moyenne annuelle se situe entre 100 et 400 mm/an) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace selon un gradient défavorable Nord – Sud et Est – Ouest. Les pluies dans cette région se caractérisent par leurs brutalités et leurs aspects orageux (Nedjimi et Guit, 2012).

Les données climatiques de la zone d'étude, pour l'année 2021-2022, ont été récupérées du site **Historique-Météo.Net**. Le tableau 2 rapporte les valeurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la région de l'étude.

Tableau 2 : Valeurs moyennes mensuelles et annuelles des précipitations (mm) 2021-2022

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Total
P(mm)	7	<u>1</u>	16	<u>1</u>	<u>1</u>	7	<u>20</u>	10	63

L'analyse du tableau, ci-dessus, montre une variabilité marquante de la répartition des précipitations au cours des mois de l'année (2021-2022). L'essentiel des précipitations s'est produit au printemps avec une valeur maximale de 20 mm enregistrée au mois de mars et en fin d'automne (décembre) avec une valeur minimum de 1mm. La moyenne des précipitations de 63 mm / an reste très faible pour la région de M'sila.

II.1.6.2. Température

La température est un facteur qui détermine la croissance, le développement et les réactions biologiques chez tous les végétaux car tout processus biologique est déterminé par une température seuil de démarrage, optimale et létale (Mazoyer et al., 2002). Le régime thermique des steppes est de type continentale (Nedjimi et Guit, 2012).

Tableau 3 : températures moyennes mensuelles maximales, minimales et moyenne (°C) 2021-2022

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril
T. max	35	26	17	15	14	18	17	14
T. min	25	17	11	8	6	9	10	13
Moy.(M+m /2)	<u>30</u>	21.5	14	11.5	<u>10</u>	13.5	13.5	13.5

Historique-Météo.Net.

La lecture du tableau 3 laisse apparaître, à partir de janvier une baisse importante des valeurs moyennes maximales et minimales des températures. La température moyenne du mois le plus chaud de l'année avec une valeur maximale de 30 °C se situe en septembre et celle du mois le plus froid (6°C) se situe en Janvier. Les mois les plus doux sont février, mars et avril lesquels affichent une température stabilisée et clémente autour de 10-13°C .

II.1.7. Les autres caractéristiques climatiques

II.1.7.1. Vents

Le vent est un élément important du climat (**Eliard, 1978**). Il se caractérise par sa force et sa direction (**Gondé et al., 1968**). Le vent joue, en longue durée, un rôle de premier plan notamment comme agent d'évaporation (**Mazoyer et al., 2002 ; Eliard, 1978**) mais, également, comme transporteur de particules polluantes, de pollens, de spores, de particules d'argile et du sable (**Mazoyer et al., 2002**).

Le vent le plus catastrophique et le plus craint, dans la région et à travers tout le pays, tant par les agriculteurs, les nomades, les éleveurs que par tous les habitants, est le vent saharien dit "Sirocco". C'est un vent chaud, remontant du Sahara vers le nord jusqu'à la mer. Il est caractérisé par son degré très important d'assèchement de tout type de végétation (cultivée ou endémique) surtout lorsque sa vitesse est élevée et sa température tend à dépasser allègrement souvent les 40°C. (**Nedjimi et Guit, 2012**).

Tableau 4 : Valeurs moyennes mensuelles de la vitesse des vents (Km/h) 2021-22

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril
Vitesses (Km/h)	21	15	21	17	14	16	24	25

Historique-Météo.Net.

Le tableau 4 montre que la force des vents reste, hormis quelques pics, relativement modérée durant tous les mois de l'année 2021-22. Au mois de Mars, la vitesse moyenne mensuelle atteint sa valeur maximale 25 Km/h mais en Janvier sa valeur minimale est 14 km/h.

II.1.7.2. Humidité

L'évolution de l'humidité atmosphérique est liée au régime des vents et à la pluviosité (**Cornet, 1988**). Le tableau 5 donne les valeurs moyennes mensuelles de l'humidité de l'air (%)

Tableau 5 : Valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative (%)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Moy.
L'humidité (%)	47	57	75	67	16	62	71	62	57.12

Historique-Météo.Net.

Pour l'année 2021-22, les valeurs de l'humidité croissent dès le mois de Septembre et atteignent un maximum au mois de novembre (75%) et décroissent par la suite pour arriver à 16% en janvier avant de reprendre son ascension durant les mois suivants (tableau n° 5).

II.1.7.3. Evapotranspiration

Le caractère essentiel d'un climat aride réside dans le fait que le taux de l'évapotranspiration du sol surpasse, presque toujours, celui de la précipitation au cours de l'année et que le drainage est nul ou extrêmement faible (**Fournier, 1960**).

II.2. Localisation des sites d'études :



Fig.14 Carte de délimitation des
sites d'études

• **Site I : Maadid** (Latitude : 35.8148, Longitude : 4. 7955835⁰48'35'' Nord, 4° 47'44'' Est. La superficie de site d'étude s'étend sur 646 hectares, répartie en 5 zones bien distinctes comme le montre la figure 13 :

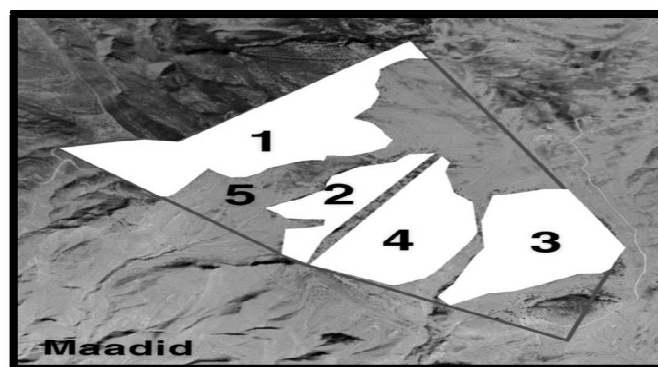


Fig.15 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Maadid)

• **Zone 1 : Caractéristiques**

C'est une zone à vocation de pâturage et d'élevage intensif de bovins située à une altitude de 1600 - 1700 m., la nature du sol est caillouteuse avec une prédominance de marne et de calcaire. Les sols sont exposés au Sud-Est avec une pente de 30 à 35%.

L'épaisseur de la matière organique est de 5 cm découlant d'une vieille formation dégradée de cèdres centenaires où il est possible d'observer encore la présence de quelques reliques dispersées de cèdres centenaires issus de régénérations de très vieilles souches plus âgées.

Cette zone abrite un cortège important de plantes ligneuses et herbacées, dominé par le chêne vert en taillis dense en mélange avec d'autres espèces telles que :le diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), *Juniperus phoenicea*, *Ferula communis*, la Calycotome, *Nerium oleander* et quelques plantes de panicauts et les plantes nitrophiles. Ces deux plantes aiment se développer sur des terrains pauvres et secs en pentes sous réserve qu'ils soient bien drainés.

• **Zone 2, 3 et 4 : Caractéristiques**

C'est une formation dégradée de chênes verts sous forme de maquis et taillis, caractérisés par un sol à tendense marno-calcaire, peu profond avec rocaille présentant une exposition Est-Sud . L'altitude de cette zone varie entre 1300 et 1500 m.

• **Zone 5 :**

C'est une zone montagneuse de parcours et d'élevage intensif de bovins et de la pratique de la culture des céréales en sec. Les sols sont peu profonds et rocailleux. Durant la belle saison (printemps) le sol est couvert d'un tapis de plantes herbacées composé essentiellement de graminées et légumineuses.



• **Site II : Ain el hdjel**

Latitude : 35.674, Longitude : 3.88176 , 35°40'26'' Nord et 3°52'54'' Est. Altitude : 544m. la superficie de cette zone est estimée à 924 hectares (voir fig. 14).

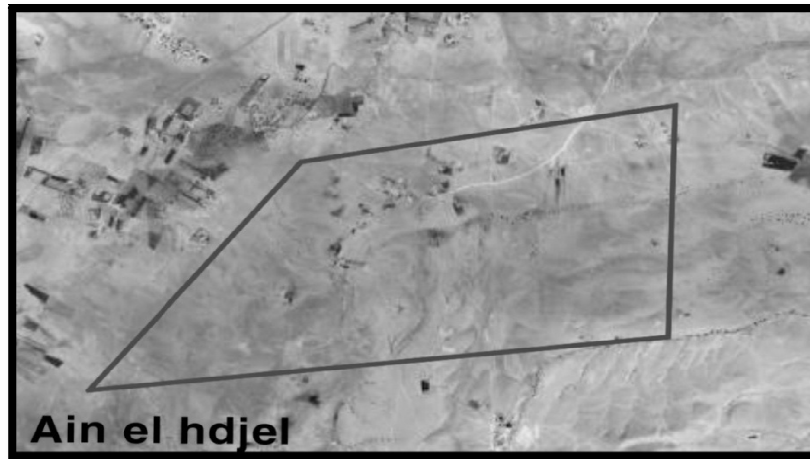


Fig.16 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Ain el hdjel)

• **Zone I : Caractéristiques :**

C'est une zone typiquement steppique. Les sols sont pauvres, de couleur grise à cause de la rareté de l'humus, affleurent nus entre les touffes qui disparaissent fréquemment en laissant apparaître la carapace calcaire de la nature des sols. Des touffes d'alfa dominant sur les terrains secs. Dans les bas-fonds argileux et humides, on voit des peuplements d'armoïse lorsque les sols se salent légèrement. Quelques bouquets d'arbres (Pin d'Alep) attirent, de loin, les regards subjugués par la verdure tranchant avec l'aspect désolant que dégage la sécheresse notamment en période estivale .



• Site III : Ouanougha

Latitude : 35.97987700, Longitude : 4.18967300)

La superficie de ce site est estimée à 1000 hectares, repartis sur 4 zones distinctes (voir fig.15)

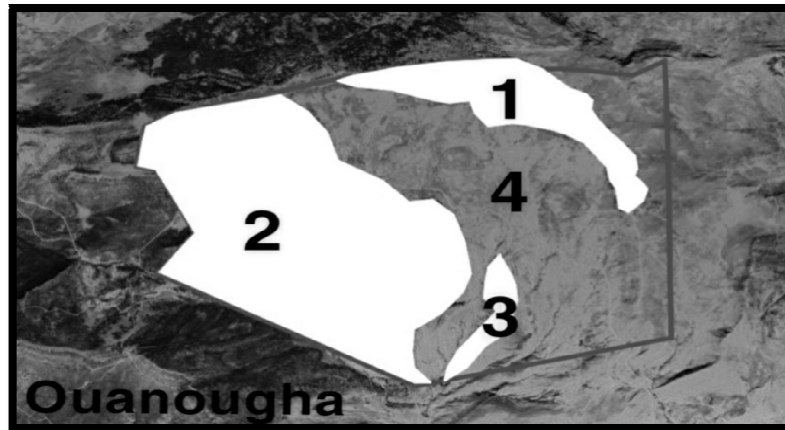


Fig.17 Vue aérienne et carte de délimitation des zones d'études (Ouanougha)

• Zone 1 : Caractéristiques

C'est une zone de pâturage bovin intensif se trouvant à une altitude de 1400-1600 m. et elle se caractérise par un sol caillouteux avec une prédominance de marne et de calcaire présentant une pente estimée de 30 à 35%. L'exposition de la zone est Sud-Ouest et l'épaisseur de la matière organique est de 5 cm. C'est une formation dégradée de chênes verts sous forme de maquis dense en mélange avec d'autres espèces de diss (*Ampelodesma mauritanica*) et/ou de *Juniperus oxycedrus*, *Ferula communis*, *calycotome* et de quelques plantes de panicaut champêtre et de plantes nitrophiles.

• **Zone 2, 3** : Forêt dégradée de chênes verts sous forme de maquis et taillis de faible densité, caractérisé par des sols marno-calcaires avec rocaille et peu profond, a une altitude de 1200 à 1300 m. Avec la présence du chêne vert, il existe d'autre espèces tels que *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Asphodelus microcarpus*, *Ferula communis*, *Nerium oleander*, *calycotome* et des graminées annuelles.

• Zone 4 :

C'est une zone de parcours montagneux où il est pratiqué l'élevage de bovins et la culture, en sec, des céréales. Il est observé une végétation sous forme d'un tapis herbacé composé particulièrement de graminées et de légumineuses sauvages. Le sol est peu profond et rocailleux. Comme les autres zones de la région, il est relevé également une forte présence de Panicaut champêtre (*Eryngium campestre*).



• **Observation :**

Il est à noter que durant nos sorties sur le terrain nous avons été assisté et aidé par un cadre supérieur de la conservation des forêts de M'sila, M. Rabia, et par d'autres personnes enquêtant sur certains sites ou des récolteurs spécialistes en champignons comestibles.

II.3. Prises d'échantillonnage

La récolte des sporophores a été réalisée selon la procédure décrite par l'ATBI de Lauvitel (inventaire général de la biodiversité). Cette procédure consiste à inventorier avec le plus d'exhaustivité possible de l'espèces présentes dans un territoire (**Foret et al., 2020**).

II.3.1. Mode et périodes des relevés mycologiques

Selon **Voiry et al., (2016)**, la phénologie de la production des sporophores varie selon les espèces et, selon les conditions climatiques des années. On peut distinguer trois rythmes d'apparition : tout le temps, en saison sèche ou en saison des pluies seulement (**Egli et Ayer (1997) ; Malaise et al., (2008)**) mais, d'une manière générale, la majorité des espèces forment périodiquement des fructifications (**Voiry et al., 2016**).

Dans les sites des récoltes, les champignons commencent à apparaître dès les premières pluies d'automne. Les relevés ont été effectués au cours de l'année 2021-22 et ce, à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril.

Les champignons ont été récoltés à l'aide d'un couteau de poche, étiquetés, photographiés puis déposés dans une boîte en carton et emportés au laboratoire pour les assécher en étuve. Les points des prélèvements ont été déterminés par relevés GPS.

II.3.2. Relevés floristiques

Les champignons établissent souvent des relations spécifiques avec leur milieu de développement (**Sugny, 2010**). L'importance de la composition du couvert végétal et de sa densité jouent un rôle essentiel dans la présence et le mode de développement des macromycètes (**Maneli, 2008**). Le prélèvement des échantillons floristiques a été effectué en

même temps que celui des échantillons de champignons. La description et l'identification des végétaux ont été réalisées sur le lieu même de chaque site, souvent aidés par la collecte des informations par des chercheurs possédant un savoir dans le domaine de la mycologie et en quête de données et d'informations rencontrés sur les sites de notre étude et prélèvements.

Pour identifier les champignons cueillis, nous avons recouru, outre aux ouvrages de **Eyssartier, (2007)**, Mini Larousse des Champignons, et de **Ndong et al., (2011)**, Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale, Taxonomie et identification et, plus spécialement, aux aides et connaissances du spécialiste des champignons en l'occurrence le docteur **Youcef Khodja** (Université de Sétif).

II.3.3. Conservation

Le mode opératoire de la conservation des gnons récoltés, afin de les assécher, à une source de chaleur dégageant environ 50 °C, dans un endroit bien ventilé ou de les exposer à l'air libre durant une période plus longue. Ce dernier mode opératoire est le moyen le plus simple et le moins laborieux et coûteux (**Larivière, 2016**). A l'issue de cette opération les champignons asséchés sont placés individuellement dans un sachet, ou une enveloppe, et stockés dans un endroit ventilé et sec. Chaque échantillon sera accompagné d'une étiquette indiquant son numéro, sa date de récolte et le site de récolte (**Duponnois et al., 2013**).

II.4. Résultats et discussion :

II.4.1. Résultats :

II.4.1.1. Diversité fongique :

L'étude nous a permis de relever et répertorier la présence de 20 espèces de champignons sur les trois sites étudiés et, en parallèle, de 25 espèces ligneuses et herbacées observées sur les mêmes sites. Les espèces fongiques et floristiques inventoriées à Maadid sont rapportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site de Maadid en automne (Nov)

Espèces fongiques	Espèces floristiques
<i>Clitocybe vibecina</i>	<i>Cedrus atlantica</i>
<i>Collybia Piperata</i>	<i>Juniperus phoenicea filarial</i>
<i>Lentinellus sp</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>
<i>Marasmius oreades</i>	<i>Pinus halipensis</i>
	<i>Ampelodesma mauritanica</i>



Collybia Piperata



Marasmius oreades

Les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site de Maadid au printemps (Avril) sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site de Maadid au printemps (Avril)

Espèces fongiques	Espèces floristiques
<i>Agaricus compestris</i>	<i>Artemisia atlantica</i>
<i>Boletus legaliae</i>	<i>Asphodelus macrocarpa</i>
<i>Coprinus comatus</i>	<i>Astragalus armatus ssp numidicus</i>
<i>Pleurotus eryngii</i>	<i>Bupleurum spinosum</i>
<i>Pleurotus ferulae</i>	<i>Cirsium casabonae</i>
<i>Psathyrella candolleana</i>	<i>Eryngium compestre</i> (<i>Panicaut champetre</i>)
	<i>Helianthemum canum</i>
	<i>Ferula communis</i>
	<i>Saxifraga granulata</i>
	<i>Sedum tenuifolium</i>
	<i>Thymus algeriensis</i>

Au cours de l'inventaire des échantillons prélevés sur les différentes zones de l'étude, il a été relevé la présence de 13 espèces différentes de champignons dont 10 ont été identifiées et 3 autres non. Il a été observé aussi, dès les premières semaines d'avril, la présence d'une importante richesse fongique et floristique.

Au cours de notre enquête auprès des usagers de la forêt, en particulier ceux qui sont toujours présents dans ces zones tels que les randonneurs, les cueilleurs et connaisseurs de champignons et, surtout, les forestiers de la circonscription des forêts de M'sila, nous avons noté que :

• La **zone 1** est caractérisée par la présence de 5 espèces de champignons essentiellement autour du Cèdre.

• Dans les **zones 2, 3, 4** on y rencontre principalement des clairières à dominance de Férule (*P. communis*), plante vivace, de la famille des Apiacées, un grand groupe de champignons de pleurotes de Férule liés à cette plante.

• En **zone 5** : il est observé une grande présence de Panicauts (*E. compestre*), plantes herbacées bisannuelles vivaces ou annuelles de la famille des Apiacées, en même temps la présence d'un grand nombre de champignons *P. eryngii* associés à cette plante au niveau de ses racines alors même qu'elles sont sèches.

la présence de cette espèce végétale est signalée essentiellement au printemps (à la fin d'avril début mai) si les conditions de l'humidité et de température sont réunies. On les rencontre aussi en automne.

Le Pleurote du panicaut, biens connus et consommés par les habitants de la région de Maadid (Ghillassa) qui les cueillent essentiellement en printemps et, parfois, en automne à partir de fin octobre à novembre.



Agaricus compestris



Pleurotus eryngii



Coprinus comatus



Pleurotus ferulae

Les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ain el hdjel au printemps (Avril) sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 8 : Espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ain el hdjel au printemps (Avril)

Espèces fongiques	Espèces floristiques
<i>Agaricus compestris</i>	<i>Anabasis articulatum</i>
<i>Agaricus sylvicola</i>	<i>Chrysanthemum fuscatum</i>
<i>Terfezia claveryi</i>	<i>Eruca vesicaria</i>
	<i>Helianthemum lippii</i>
	<i>Papaver rhoeas</i>
	<i>Peganum harmala</i>
	<i>Pinus halipensis</i>
	<i>Sonchus oleraceus</i>
	<i>Zizyphus lotus</i>

Au niveau de ce site d'étude on recense 4 espèces rencontrées dont 3 espèces ont été identifiées et 1 non. Il a été recensé, aussi, des colonies de champignons *Agaricus compestris* incrustés dans le sol, de *l'Agaricus sylvicola* autour du Pin d'Alep tout comme la présence d'un autre champignon, présent en grand nombre, le *T. claveryi* lié à la plante *H. lippii*.

L'Agaric champêtre et *T. claveryi* sont bien connus et consommés par les habitants de la région de Ain el hdjel .



Agaricus compestris



Agaricus sylvicola

Les espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ouanougha au printemps (mai) sont illustrées dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Espèces fongiques et floristiques inventoriées au site Ounougha au printemps (avril) :

Espèces fongiques	Espèces floristiques
<i>Pleurotus eryngii</i>	<i>Eryngium compestre (Panicaut champetre)</i>
<i>Pleurotus ferulae</i>	<i>Ferula communis</i>

Dans ce site, nous avons observé et relevé la présence d'espèces fongiques comestibles, très recherchées telles que le *pleurote de Ferula* associé à *Ferula communis* et le *pleurote de panicaut* associé à *E. compestre*. Il existe 4 types non identifiés.

- **Zone 1** : Dans cette zone nous avons recensé la présence quatre espèces de champignons colonisant plus spécifiquement l'épaisseur de la matière organique de plus de 5 cm.

- **Zones 2 et 3** :

Au niveau de ces zones nous avons constaté particulièrement la présence dominante de la *Férule commune* et de la *Pleurote de la férule* qui l'entoure notamment lorsqu'elle sèche.

Précisant que les habitants de la région de Ouanougha sont des fervants cueilleurs et consommateurs de ce champignon surtout durant l'automne et au parfois jusqu'au début du mois de mai, si les conditions climatiques sont favorables au printemps.

La présence de *Pleurote de Férule* dans le sol dépend de la fréquence de la succession des journées à pluviométrie importante avec une humidité de l'air avoisinant les 80% et une température clémente d'environ 20°C.

- **Zone 4** :

Comme pour les zones 2 et 3, il a été relevé la dominance de la même plante à savoir la *Pleurote de Panicaut* et ce, essentiellement au printemps à fin avril début -mai particulièrement si les conditions d'humidité et de température sont réunies durant cette période. Il a été observé aussi, comme pour les habitants de la zone 1, 2 et 3, ceux avoisinant la circonscription des forêts de Hamam Dalaa, district de Ouanougha, sont aussi des cueilleurs et des consommateurs de ce champignon à partir de l'automne jusqu'à fin avril-début-mai si, telles que rapportées plus haut, les conditions climatiques sont favorables au développement tant de la *Pleurote de Férule* que de la *Pleurote de Panicaut* dans cette zone.

- **Observation** :

- 1) les *Pleurotes de Panicaut* se trouvent surtout dans la zone 1.

- 2) Les *Pleurotes de Férule* se trouvent très abondants dans la zone 4.

- 3) Les *Panicauts* se trouvent en abondance, en particulier dans la zone 1, mais leur présence est moindre à Maadid.



Pleurotus eryngii

Chronologiquement les champignons qui sont des saprophyte sont développés trois modes de vie et le tableau 10 décline la répartition des différentes espèces fongiques ainsi que le mode de vie de chacune d'elles.

Tableau 10 : Répartition des espèces des champignons par mode de vie

N°	Types de modes de vie	Saprophyte	Ectomycorhizien	Parasite
1	<i>Agaricus compestris</i>	+		
2	<i>Agaricus sylvicola</i>	+		
3	<i>Boletus legaliae</i>		+	
4	<i>Clitocybe vibecina</i>	+		
5	<i>Collybia Piperata</i>	+		
6	<i>Coprinus comatus</i>	+		
7	<i>Lentinellus sp</i>	+		
8	<i>Marasmius oreades</i>	+		
9	<i>Pleurotus eryngii</i>	+		
10	<i>Pleurotus ferulae</i>	+		
11	<i>Psathyrella candolleana</i>	+		
12	<i>Terfezia clavaryi</i>		+	

Notons que la plupart des champignons cueillis sont des saprophytes et que le reste ont un mode de vie ectomycorhizien .

Quant aux basidiomycètes et aux ascomycètes ils constituent une vaste division ou phylum des mycètes qui regroupe la plupart des espèces fongiques.

Tableau 11 : Répartition des champignons par division

N°	Espèces fongiques	Division
1	<i>Agaricus campestris</i>	Basidiomycète
2	<i>Agaricus sylvicola</i>	Basidiomycète
3	<i>Boletus legaliae</i>	Basidiomycète
4	<i>Clitocybe vibecina</i>	Basidiomycète
5	<i>Collybia Piperata</i>	Basidiomycète
6	<i>Coprinus comatus</i>	Basidiomycète
7	<i>Lentinellus sp</i>	Basidiomycète
8	<i>Marasmius oreades</i>	Basidiomycète
9	<i>Pleurotus eryngii</i>	Basidiomycète
10	<i>Pleurotus ferulae</i>	Basidiomycète
11	<i>Psathyrella candolleana</i>	Basidiomycète
12	<i>Terfezia clavaryi</i>	Ascomycète

• **Observation :**

Il est souligné que la majorité des champignons cueillis appartiennent à la division des basidiomycètes, et quel reste appartient à la division des ascomycètes.

La répartition géographique des espèces fongiques dans les différents milieux correspond au nombre d'espèces qui ont été observées au mois une fois dans chaque site . Le tableau ci-dessous présente pour chaque site, les espèces fongiques les plus observés

Tableau 12 : Répartition et abondance des champignons par sites d'étude

N°	Espèces fongiques	Site I					Site II	Site III			
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	
1	<i>Agaricus campestris</i>	•••					•••				
2	<i>Agaricus sylvicola</i>						••				
3	<i>Boletus legaliae</i>	••									
4	<i>Clitocybe vibecina</i>	••									
5	<i>Collybia Piperata</i>	••									
6	<i>Coprinus comatus</i>	••									
7	<i>Lentinellus sp</i>	••									
8	<i>Marasmius oreades</i>	••									
9	<i>Pleurotus eryngii</i>					•••					•••
10	<i>Pleurotus ferulae</i>	•••	•••	•••	•••				•••	•••	•••
11	<i>Psathyrella candolleana</i>	••									
12	<i>Terfezia claveryi</i>						•••				

● Abondance d'espèce fongique **Z** : zone

II. 4.2. Discussion

Dans chaque zone, les sites d'études représentent un très grand intérêt au niveau de la mycoflore notamment à cause de la remarquable diversité fongique.

D'une manière générale, les relevés montrent que la période de la fructification du plus grand nombre d'espèces se situe au printemps et en automne et ce, bien que l'année 2021-2022 a été sèche et peu pluvieuse.

Admis que la plupart des champignons macromycètes apprécient et se développent bien, en groupes ou en solitaires, dans les sols riches en débris végétaux, et ce, qu'ils soient forestiers ou de zones à végétation herbacées.

La flore fongique et floristique sont particulièrement riches et présentent beaucoup de variants notamment en hautes altitudes.

Malgré que les conditions de croissance des champignons soient particulières, on a observé des situations où qu'ils arrivent à se développer sur des sols calcaires très pauvres en matière organique, tout Comme qu'ils ne peuvent être présents qu'en présence de composition floristique qui leur sont associées.

Par ailleurs il nous est arrivé de relever dans des sites forestiers, à dominance de vieux arbres de cèdres et même morts qu'il y a, pour des raisons de régénération naturelle, un véritable déséquilibre biologique affectant sérieusement la richesse, ou la diversité fongique des lieux fussent-t-ils des zones pastorales. Dans ce dernier les raisons seront dues principalement aux actions de l'homme qui favorise la désertification par la pratique du non respect des textes régissant la bonne gestion des pâturages qu'accentuent les mauvaises conditions climatiques (faibles pluviométrie, sirocco, vents,...).

Même dans les zones pastorales, ils ont exposées quotidiennement à la destruction par l'homme d'une part, d'autre part, aux changement climatique, qui favorise la désertification, qui a son tour empêche la croissance des champignons.

Notons enfin que jusqu'à nos jours et ce, malgré les nombreuses études réalisées et qui attribuent, aux champignons, un rôle écologique et économique important, ces derniers n'arrivent toujours pas à bénéficier d'une place importante dans les approches de développement de certains secteurs tels que l'industrie d'une manière générale ou les plantations forestières,...

Conclusion

Conclusion et perspectives

L'intérêt de cette étude a été d'individualiser les sites d'études et de bien caractériser, à la fois, leurs flores par la nature de leur sol et de chercher à inventorier leur mycoflore.

L'inventaire de la flore et de la mycoflore établi pour chacun des sites retenus dans l'étude nous a permis, malgré les quelques espèces de champignons que nous n'avons pas pu identifier, de mettre en évidence les relations de coexistence ou de symbiose qui existent entre de nombreux macromycètes et les espèces végétales auxquelles ils sont liés.

L'étude nous a permis aussi de mettre en évidence l'importance et le mode de distribution des champignons au plan altimétrique que de la présence du type de végétation installée sur le site ou encore la capacité de résistance et d'adaptation des flores aux conditions climatiques du milieu qui restent, de loin, assez agressives (peu de pluies, gelées, vents chauds,..)

Les champignons les plus appréciés et les plus abondants de la région de Maadid et Ouanougha sont le *Pleurote de Panicaut* et le *Pleurote de Férule* lesquels présentent plusieurs avantages liées tant à la santé qu'à l'économie (cueillette) ou régime alimentaire (population locale). Compte tenu de ce qui précède, il est permis d'avancer qu'il est préconisé et souhaitable que soit attribuée toute attention particulière aux opérations de défrichage intensifs particulièrement des arbres âgés et de mettre en œuvre un plan de réhabilitation réfléchi pouvant assurer à la forêt de jouer pleinement le rôle attendu d'elle et ce, dans les domaines des loisirs, du bien être, de l'anti pollution, l'industrie du bois, la chasse, les randonnées, la formation dans la relation 'homme - arbre', arborétum, parc, réserves forestières, ...

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Aitadjedjou, D., (2015). Apport des méthodes du potentiel a l'étude structurale de la région du Hodna. P.8.

Amroune, A., (2018). Etude de l'apport hydrochimique dans la connaissance du fonctionnement de la nappe alluviale de la région Nord du Hodna (Sud-Est Algerien) (Doctoral dissertation, Université de Batna2). P. 23-27.34-37.

Aouadj, S.M., Nasrallah, Y., Hasenaoui, O., (2019). Ecological characterization and evaluation of floristic potentiel of the forest of Doui Thabet(Saida-Westerne Algeria) in the context of the restoration. *Eco. Emv.Econs.* 26(1) :2020.

Aulec, A., (2021). CM fonctionnement des sols – biodiversité du sol.

-B-

Ba, A., Duponnois, R., Diabaté, M., Dreyfus, B., (2011). Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l'Ouest : Méthodes d'étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie et comestibilité. IRD Editions. P. 23. 36

Béguino, T, J. (2012). « Pousser comme un Champignon », ou comment s'élabore le carpothore chez les Basidiomycètes. *Rev. sci. Bourgogne-Nature* - 85-95.

Ben Messaoud, N., Dhib, C., (2021). Les techniques modernes d'identification et de classification des champignons. P.1.

Boa, E.R., (2006). Champignons comestibles sauvages : vue d'ensemble sur leurs utilisations et leur importance pour les populations. *Food et Agriculture Org.*, P.10. 13.

-C-

C.F. de M'sila (2020). Conservation des forets de M'sila.

Chiron, N., Michelot, D., (2005). Odeurs des champignons : chimie et rôle dans les interactions biotiques- une revue. *Cryptogamie-Mycologie*, 26(4), 299-364.

Cordier, T., (2012). Structure des assemblages fongiques de la phyllosphère des arbres forestiers et effet Potentiel du changement climatique (Doctoral dissertation, UNIVERSITE BORDEAUX 1). P. 3.

Cornet, A., (1988). Principales caractéristiques climatiques. Estudio integrado de los recursos vegetacion, suelo y agua en la Reserva de la Biosfera de Mapimi, 45-76.

Cote, (1970). Géographie. L'Algérie. *Ins. Ped. Nat.* ALGER. P. 203.

-D-

De Crop, E., Delgat, L., Nuytinck, J., Halling, R.E., Verbeken, A., (2021). A short story of nearly everything in lactifluus (Russulaceae). *Fungal Systematic and Evolution* 7: 133-164.

De Kesel, A., Kasongo, B., Degreef, J., (2017). Champignons comestibles du Haut-Katanga (R.D. Congo). *Abc Taxa*, 17, 1-290.

Deslandes, J., Pic, C., (2001). Mise en valeur du potentiel alimentaire, médicinal et horticole des plantes et champignons de sous-bois de la forêt feuillus Outaouaise.

Després, J. (2012). L'univers des champignons. Les Presses de l'Université de Montréal. P. 10. 20.

Després, J. (2014). Le tour du monde des champignons en 60 tableaux. Les Presses de l'Université de Montréal. P. 5.6.

Djellouli, Y., Louail, A., Messener, F., Missaoui, K., et Gharzouli, R., (2020). Les écosystèmes naturels de l'Est algerien face au risque du changement climatique. *Geo-Eco-Trop.*, 44,4 :609-621.

Dommergue, Y., Mangenot, F., (1970). *Ecologie microbienne du sol.* P. 29.

Duponnois, R., Hafidi, M., Ndoye, I., Ramanankierana, H., Bâ, A. M., (2013). Généralités sur la symbiose mycorhizienne: introduction. Duponnois R, Hafidi M, Ndoye I. P. 23 – 46.

Duponnois, R., Ba, A.M., Prin, Y., Baudoin, A., Galiana, A., Dreyfus, B., (2010). Les champignons mycorhiziens : une composante majeure dans le processus biologiques régissant la stabilité et la productivité des écosystèmes forestiers tropicaux. P. 422-423.

-E-

Egli, S., Ayer, F., (1997). Est-il possible d'améliorer la production de champignons comestibles en forêts ? L'exemple de la réserve mycologique de la Chanéaz en Suisse. *Revue Forestière française*, 495(sp), 235-243.

Egli, S., Brunner, I., (2002). Les mycorhizes. *Notice pour le praticien*, 35(8).

Eliard, J.L., (1978). *Manuelle d'agriculture générale. Base de la production végétale.* Paris. P. 15-16.

Eyssartier, G., Roux, P., (2017). Les 60 meilleurs champignons comestibles. Editions Berlin. P.12.

Eyssartier, G., (2007). *Mini Larousse des Champignons. Les 200 espèces les plus courantes.* P.30.

-F-

Fabre, P., (2010). Découvre le monde des champignons. Institut Klorane. Fondation d'Entreprise pour la Protection et la Bonne Utilisation du Patrimoine Végétal. P. 6.

Fiore-Donno, A.M., (2001). Etude de biodiversité microbiologique forestière : variations annuelles et spatiales de la structuration génétique d'espèces choisies de champignons ectomycorhiziens (Doctorale dissertation, Université Henri Poincaré (Nancy 1) ; Université de Lausanne. P.10.23.30.37.

Foret, J., Basset, M., Clerc, E., Moine, R., (2020). Inventaire Général de la Biodiversité de la Réserve intégrale de Lauvitel (Le Bourg d'Osans, Isère). P.3.

Fortin, J.A., Plenchette, C., Piché, Y., (2015). Les mycorhizes : la nouvelle révolution verte. Editions MultiMondes. P. 10-28.

Fournier, F., (1960). Climat et érosion. (p. 201). Paris : Presses universitaires de France. P. 57

Francia, F., Fons, F., Poucheret, P., Rapior, S., (2007). Activités biologiques des champignons : Utilisations en médecine traditionnelle. In Annales de la Société d'Horticulture et Histoire Naturelle de l'Hérault (Vol. 147, No. 4, pp 77-88). P.1.

-G-

Gévry, M.F., (2010). Etude des facteurs environnementaux déterminant la répartition de champignons forestiers comestibles en Gaspésie, Québec (Doctoral dissertation, Université du Québec à Rimouski)
. P.4. 10.

Gévry, M.F., Simard, D., et Roy, G., (2009). Les champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. P.10-16.

Gobat, J.M., Aragno, M., Matthey, W., (2010). Le sol vivant : bases de pédologies, biologie des sols (Vol.14). Presses Polytechniques. P.43-44.

Gondé, H., Carré, G., Jussiaux, P., Gondé, R., (1968). Cours d'agriculture moderne 8^e Edition. Nouvelles leçons d'agriculture. Ouvrage conforme aux programmes en vigueur. 1000 photographies, dessins, plans, graphiques et tableaux. P. 9.23.

Guinberteau, J., Courtecuisse, R., (1997). Diversité des champignons (surtout mycorhiziens) dans les écosystèmes forestiers actuels. Revue forestière française, 49(sp), 25-39 P. 28.

-H-

Hadeid, M., Benjelid, A., Fontaine, J., Ormaux, S., (2015). Dynamique spatiale d'un espace à caractère steppique : le cas des Hautes Plaines sud-oranaises(Algérie). Cahiers de géographie du Québec, 59(168), 469-496.

Références bibliographiques

Hadjab, M., (1998). Aménagement et protection des milieux naturels dans la cuvette centrale du Hodna (Algerie). (Doctorat, Université D'Aix-en Provence France).

Henry, C., Selosse, M.A., Richard, F., Ramanankierana, H., Ducouso, M., (2021). Comprendre la dynamique des communautés mycorhiziennes lors des successions végétales. Première partie : Méthode d'étude, caractérisation et fonctionnement (revue bibliographique). P. 125.

-I-

Ihaddadene, N., Ihaddadene, R., Charik, A.,(2017). Best tilt Angle of Fixed Solar conversion systems at M'sila Région (Algeria). P.64.

-K-

Kamalebo, H.M., De Kesel, A., (2020). Wild edible ectomycorrhizal fungi: an underutilized food resource from the rainforests of Tshopo Province (Democratic Republic of the Congo). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16 (1), 1-13.

Kamou, H., Nadjombie, P., Obogbo, A.K., Yorou, S.N., Batawila, K., Akpagana, K., Aguely, K., (2017). Les champignons ectomycorhiziens consommés par les Bassar et les Kabyé, peuples riverains du parc national Fazao – Mafakassa (PNFM) au Togo (Afrique de l'ouest). P. 154-155.

Kolimedje, E.N., Assongba, Y.F., Yourou, N. S., Djego M.G.J., (2021). Caractérisation de l'habitat des champignons en milieu naturel et en plantation au Bénin. *Journal of biosciences* 163 : 16804-16819. P.16805.

Koune, J. P., (2001). Les champignons menacés en Europe. (Vol. 122). Council of Europe. P. 8.9

Langlois, A., Archambault, R., Lebeuf, R., Turgon, J.-P., McNeil, R. Brisson, J. (2013). Inventaire des macromycètes d'une forêt ancienne de la région du Haut-Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 137(2), 62–77.

-L-

Laperriere, G., (2020). Les champignons forestier des forets Québécoises : caractériser leur diversité et comprendre leur distribution. (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières). P. 4.7.

Larivière, R., (2016). Champignons comestibles du forêt boréal. Editions la caboche. P. 36. 39.40-42.

Le Calvez, T., (2009). Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond (Doctoral dissertation, Université Rennes 1). P. 12.14.

Le Houerrou, H.N., (1969). La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de Lybie et du Maroc). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron, Tunisie*, 42.5 :624 P et 1 carte couleur 1 /500000.

Références bibliographiques

Le Tacon, F. (2019). Le rôle des champignons dans le fonctionnement de l'écosystème terre. p. 13.

Leuba, F., (1890). Les champignons comestibles et les espèces vénéneuses avec lesquelles ils pourraient être confondus. Delachaux et Niestlé. P. 22.23.

Léveillé, J.H.,(1846). Considération mycologiques, suivies d'une nouvelle classification des champignons. Imprimerie d'I. Martinet. P. 75-90.

-M-

Makhloufi, H. Dhimi, O., (2007). La salinisation des sols dans la cuvette centrale du Hodna (Algérie). Colegiul de Redactie, 57. P.2.4.11.

Malaise, F., De Kesel, A., N'gasse, G., Lognay, G., (2008). Diversité des champignons consommés par les pygmées Bofi de la Lobaye (République centrafricaine). Geo-Eco-Trop, 32, 1-8.

Maneli, D., (2008). Ecologie des champignons ectomycorhiziens comestibles en peuplements de Pin Gris (*Pinus banksiana*). Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en biologie. Université du Québec à Montréal. P. 7.

Mazoyer, M., Aubineau, M., Bermond, A., Bougler, J., Ney, B., et Roger-Estrade, J., (2002). Larousse agricole. Le monde agricole au XXI^e siècle. Montréal (Québec). P.154. 614.650.

Moreau, P.A., Daillant, O., Corriol G., Gueidan, C., Courtecuisse, R., (2002). RENECOFOR. Inventaire des champignons supérieurs et des lichens sur 12 placettes du réseau et dans un site atelier de l'INRA/ECOFOR-Résultats d'un projet pilote (1996-1998). P. 3.

-N-

Ndong, H.E., Degreef, J., De Kesel, A., (2011). Champignon comestible des forêts denses d'Afrique centrale. Taxonomie et identification. P. 31-76.

Nedjimi, B., Brahim, G.U.I.T., (2012). Les steppes Algériennes : causes de déséquilibre. Algerian Journal of Arid Environment « AJAE », 2(2), 12-12.

Nieuwenhuijzen, B. V., (2007). La culture à petite échelle des champignons -2. P. 9.

Nouaim, R., Chaussod, R., (1996). Rôle des mycorhizes dans l'alimentation hydrique et minérale des plantes, notamment des ligneux de zones arides. Cahiers Options Méditerranéennes, 20. P. 10

Nounsi A., Outcoumit, A., Selmaoui, K., Ouazzani Touhami, A., Benkirane, R., Douira, A., (2014). Inventaire des champignons ectomycorhiziens du Maroc. Journal of Applied Bioscience, 79, 6826-6854.

-O-

Onguene awana, N., Tchudjo Tchunte, A.N., Kuyper, T. W., (2018). Biodiversité des macrochampignons sauvages comestibles de la forêt humide du Sud-Cameroun. Bois et Forêts des tropiques,338, 87-99.

-P-

Person, A., Le Borgne, J., Pierrard, J., (2019). Les champignons une médecine à découvrir. Plantes et santé N° 205. P. 25-33.

Persoon C.H., (1818).Traité sur les champignons comestibles, contenant l'indication des espèces nuisibles : précédé d'une introduction à l'histoire des champignons. Berlin-Leprieur P.4. 22-29.

Peter, M.,Buée, M., Egli, S.,(2013). La biodiversité des champignons mycorhiziens, actrice cruciale du fonctionnement des écosystèmes forestiers. P. 180- 189.

Pillot, J. (2017). Les champignons. Petit guide de découverte. P.2.8.

Plourde, P., (2016). Valorisation des champignons forestiers nordiques par l'étude de leur activité biologique pour des applications pharmaceutiques et cosmétiques. Mémoire présenté à l'université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle de la maîtrise en ressources renouvelables. P. 9.11.12.13.

Pouget, M., (1980). Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroise. Travaux et documents de L'O.R.S. T.O.M. P.32. 125.

-R-

Razafinjatovomalala, S. M., (2013). Etude des potentialités des espèces de champignons comestibles du sous – bois de la forêt sclérophylle de moyenne altitude en vue de leurs valorisations. Cas de la commune rurale d'Arivonimamo, région ITASY. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieure en Sciences Agronomiques. Option Eaux et Forêts. Université d'Antananarivo. P. 20.

Rapior, S., Fons, F., (2007). Le règne fongique. In Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault (Vol. 147, No. 2, pp. 31-35).

Rochet, J., (2012). Le module ectomycorhizien Aulne-champignons : des assemblages d'espèces à la révolution. Thèse en vue de l'obtention du doctorat de l'université de Toulouse. Spécialité : Ecologie, Biodiversité et évolution. P. 21.

Rodriguez, A. D. P. N., (2014). Adaptation des températures élevées du champignons de paris *Agaricus biporus* (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux). P. 1.2.

Rondet, j., Seegers, N., Rigou, L., Arlandes, G., Martinez-Pana, F.E.R.N.A.N.D.O., (2015). Mycosylviculture. P. 11.

-S-

Smail, A., Meddour, R., (2015). Influence de quelques sols forestiers du Djurdjura (Algérie) sur le développement des ectomycorhizes de *Pinus nigra* subsp. *mauretunica* en pipinière. *Geo-Eco-Trop.*,30, 2, 205-216.

Smith, S.E., Read, D. J., (1997 et 2008). Mycorrhizal Symbiosis. 3 Ed. Academic, Press is an Imp. of Elsevier Vol. 11-611.

Sugny, D., (2010). Etude des champignons de la Reserve Naturelle du Sabot de Froty-lès-Vesoul (Haute- Saone). Société Mycologique du Pays de Montbéliard. P. 40.

-T-

Thoen, D., Ducouso, M., (1989). Champignons et ectomycorhizes du Fouta Djalon. BOIS et FORETS DES TROPIQUES, 221, 45-63.

Tikour, S., (2018). Biodiversité de la moule *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) élevée dans deux fermes conchylicoles de l'Ouest Algérien Kritel et Stida. Master en biologie marine. Spécialité : Ressource Halieutique et Exploitation Durable. Université Abdelhamide Ibn Badis- Mostaganem. P. 9.

Toma, F.M., Ismael, H.M., et Faqi Abdulla, N.Q. (2013). Survey and identification of mushrooms in Erbil governorate. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 5(5), 262-266.

-U-

Uhel, F., Zafrani, L., (2019). Nouvelles techniques de biologie moléculaire. *Médecine Intensive Réanimation*, 28(6), 464-472. P.1.

-V-

Verscheure, M., Loagnay, G., Marlier, M. (2002). Revue bibliographique : les méthodes chimiques d'identification et de classification des champignons. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 6(3), 131-142.

Voiry, H., Blanchard, P., Diaz, E., Gruhn, G., Rose, O., Courtecuisse, R., Moreau, P.A., (2016). Protocole d'inventaire mycologique en forêt tropicale. Les dossiers Forestiers n° 29, Office National des Forêts 114p. Paris. P. 12.14.15.25.

-W-

Wele Idrissou, P., (2001). Etude de marche sur la commercialisation des champignons à Catonou. Projet restauration de ressources forestières dans la région de Bassila (PRRF-Bassila). P. 6.

Wojterski, T.W., (1985). Guide de l'excursion internationale de phytosociologie. Algérie du Nord. *Ins. Nat. Agr. El Harache*. P. 16.121.122.

-Y-

Yombiyeni, P., (2014). Contribution à l'étude de la diversité taxonomique et approche écologique des polypores en forêt guiéo-congolaise au Gabon. Thèse de Doctoral Université Catholique de Louvain 341P. P. 15.

-Z-

Zanh, G.C., Barima, Y.S.S., Kouakou, K.A., Sangne, Y.C., (2016). Usages des produits forestiers non-ligneux selon les communautés riveraines de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Cot d'Ivoire), Int. J. Pur App. Biosci. 4(5), 212-225.

W.W.W. Historique-Météo.Net. (2021- 2022).