



République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université de Ghardaïa

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département des sciences agronomiques

MEMOIRE

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences agronomiques
P.F.E Start –UP**

Spécialité : production végétale

Thème

**Analyse et suivi concurrentiel de la composition du substrat
sur la myciculture de quelques champignons de couche frais
en Algérie**

Réalisé par :

**Bousmaha Chaima
Guerrida Fatima Zahra**

Soutenu devant le jury composé de/ Evalué par :

Membres du jury

KADRI AHMED	Maitre-assistant A	Président	Univ Ghardaïa
MEHANI MOUNA	Professeur	Encadrante	Univ Ghardaïa
BOUTMEDJET AHMED	Maitre de conférences A	Examineur	Univ Ghardaïa

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Avant toute chose, louange à Allah, Seigneur de l'univers, qui nous a accordé la force, la patience et la détermination nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre honorable encadrante, Professeure Mehani Mouna, qui a joué un rôle essentiel dans la réussite de ce mémoire, grâce à son soutien précieux et à sa grande compréhension tout au long de la préparation de cette étude. Sa confiance en nous a constitué une source majeure de motivation, et ce fut un réel plaisir de travailler sous sa direction.

Nous exprimons également notre profonde reconnaissance au Professeur Saadouni Radhouane, Doyen de la Faculté des Sciences et de la Technologie, ainsi qu'au Dr Taleb Ahmed Nourredine, pour leurs soutiens constants et leurs engagements et ces sincères encouragements.

De la même façon, Nos remerciements particulièrement les deux autres membres du jury, Dr Boutmedjet Ahmed et Monsieur Kadri Ahmed, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce travail.

Nous tenons également à remercier l'ensemble de nos enseignants de département Sciences Agronomie de l'Université de Ghardaïa, pour leur accompagnement scientifique et leurs conseils avisés.

Nous exprimons toute notre affection et notre gratitude à nos familles ainsi qu'à nos collègues ingénieurs agronomes, qui ont toujours été un soutien précieux pour nous.

Enfin, nous adressons nos plus vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidés, de près ou de loin, dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Ce travail, fruit de plusieurs années d'efforts et de persévérance, est humblement dédié à :

À mes chers parents, qui ont toujours été une source de soutien et d'inspiration tout au long de mon parcours académique. Leur amour, leur patience et leurs sacrifices ont été pour moi une source d'inspiration inépuisable. Grâce à leur soutien constant et à leurs précieux conseils, j'ai pu atteindre cette étape importante.

Je leur dédie ce travail en signe de ma profonde gratitude et de ma fierté infinie, priant ALLAH Tout-Puissant de bénir leur vie et de prolonger leurs jours.

À mes frères et sœurs Haydar, Abde Elhadi, Mohamed, Khadidja et Halima qui mon encouragée et soutenue à chaque étape de mon parcours.

À tous ceux qui m'ont transmis un mot, partagé un savoir ou contribué à développer mes compétences et mes connaissances au fil des années.

Je dédie ce travail à moi-même, en priant ALLAH de me guider et de m'accorder la réussite dans mon parcours scientifique et professionnel.

À mon grand-père, le Moudjahid Bousmaha Ali, que Dieu ait son âme. Il a été une source de fierté et d'inspiration pour moi. Son souvenir restera à jamais un moteur de motivation pour aspirer à l'excellence.

À ma chère directrice de recherche, Professeure Mehani Mouna, Je dédie ce travail en témoignage de reconnaissance pour ses efforts, sa rigueur et son accompagnement dévoué.

À ma fidèle partenaire Fatima Zahra, pour son engagement et sa contribution, ainsi qu'à son père Monsieur Mohamed pour son soutien.

Enfin, je dédie également ce travail à toutes les personnes qui m'ont soutenue et aidée, de près ou de loin, dans la réalisation de ce projet.

Chaima

Dédicaces

قال الله تعالى... ﴿يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ﴾ (المجادلة: 11)

Avant toute chose, je tiens à remercier «Allah» qui m'a donné la force et la volonté pour terminer ce modeste travail.

Après des années d'efforts et de dévouement, ce travail est :

À moi -même victorieux et ambitieux, soyez fiers de ce que vous avez accompli.

Mes chers parents Mohamed et Fatna pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement indéfectible. J'espère être à la hauteur de leurs sacrifices.

A mes frères Abdallah, Khaled avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A ma sœur Taouba la pulsation de mon cœur et de mon âme, à celle qui a partagé mes rires et accueilli mes peines.

Au professeur Mehani Mouna qui n'était pas seulement une enseignante, mais plutôt une compagne et une sœur pour nous et le meilleur conseiller et mentor.

A ma chère binôme Chaima et leur père Omar, Cette réalisation est le point culminant de nos efforts conjoints. Je souhaite que l'amitié que nous a réuni persiste pour toujours.

A mes proches : Malika, Meriem, Meryem, Chaima, Aminato, Hindou, Zineb, Aya, Amira, Amel, Zaïd et Ahmed pour Ceux qui ont cru en moi et en mes capacités.

A la petite famille Debchi, qui partage l'amour avec moi de loin.

A mes chères collègues en Agronomie.

À tous qui m'aime.

Enfin, les mots ne suffisent pas à exprimer ma gratitude merci à tous.

Fatima Zahra

التحليل والمراقبة التنافسية لتركيبه الركيبة في زراعة الفطريات لبعض طبقات الفطر الطازجة في الجزائر

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ومتابعة تركيب الركيبة المستخدمة في زراعة أنواع معينة من الفطر الطازج في الجزائر بشكل تنافسي، مثل فطر المحار (*Pleurotus ostreatus*) وفطر باريس (*Agaricus bisporus*). تمت زراعة بذور فطر المحار في ركائز مختلفة (قش القمح، القهوة المطحونة مع ورق الكرتون، نشارة الخشب)، بالإضافة إلى تحضير الكومبوست خصيصًا لفطر باريس.

وفيما يتعلق بإنتاجية فطر *Pleurotus ostreatus*، فقد وجد أن ركيبة قش القمح هي الأكثر أهمية لأنها غنية بالسليولوز والهيميسيلولوز واللجنين. ومن ناحية أخرى، توقف انتشار ميسيليوم الفطر الباريسي في العينة السليمة التي وضعنا فيها تربة التغطية نتيجة تغيرات في الرطوبة تقل عن 90 % ودرجة الحرارة التي تزيد عن 19 درجة مئوية .

الكلمات مفتاحية: ركيبة، *Agaricus bisporus*، *Pleurotus ostreatus*، تركيبه، ميسيليوم، زراعة الفطر.

Analyse et suivi concurrentiel de la composition du substrat sur la myciculture de quelques champignons de couche frais en Algérie.

Résumé

Cette étude vise à analyser et suivre de manière compétitive la composition du substrat utilisé dans la culture de certains types de champignons frais en Algérie, tels que les Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) et les champignons de Paris (*Agaricus bisporus*).

Le mycélium des Pleurotes a été cultivé dans différents substrats (paille de blé, Marc de café avec du carton, sciure de bois), En plus de préparer le composte spécifiquement pour *Agaricus bisporus*. En ce qui concerne le rendement du champignon *Pleurotus ostreatus*, le substrat de paille de blé s'est avéré être le plus important par rapport aux autres substrats, car il est riche en cellulose, l'hémicellulose et la lignine. En revanche, La propagation du mycélium du champignon Parisien dans l'échantillon sain dans lequel nous avons placé le gobelet s'est arrêtée cause aux changements d'humidité inférieurs à 90% et de température supérieurs à 19 C°.

Mots clés : Substrat, *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, Composition, Mycélium, Culture de champignons.

Analysis and competitive monitoring of the composition of the substrate on the myciculture of some fresh layer mushrooms in Algeria.

Abstract

This study to analyze and follow the composition of the substrate used to competitively grow certain types of fresh mushrooms in Algeria, such as oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and Paris mushrooms (*Agaricus bisporus*).

The mycelium of the Oyster was cultivated in different substrates (wheat straw, coffee marc with cardboard, sawdust), In addition to preparing the compote specifically for *Agaricus bisporus*. Regarding the yield of the mushroom *Pleurotus ostreatus*, wheat straw substrate was found to be the most important compared to other substrates because it is rich in cellulose, hemicellulose and lignin. On the other hand, the spread of the mycelium of the Parisian mushroom in the healthy sample in which we placed the gobtage has stopped due to changes in humidity below 90%and temperature above 19C°.

Key words: Substrate, *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* , Composition, Mycelium, Mushroom cultivation.

Liste des tableaux

Tableau N°	Titres	Pages
Tableau n°01	Diffusion du blanc de <i>Pleurotus ostreatus</i> sur différents type de substrats	28
Tableau n°02	Fructification des <i>Pleurotus ostreatus</i>	29

Liste des Figures

Figure N°	Titres	Pages
Fig n°01	Morphologie des champignons à formes classiques	5
Fig n°02	cycle de reproduction des champignons	8
Fig n°03	Limite administratives de la région Ghardaïa	13
Fig n°04	Mycélium d' <i>Agaricus bisporus</i>	15
Fig n°05	Mycélium de <i>Pleurotus ostreatus</i>	16
Fig n°06	Pasteurisation (Méthode de stérilisation des substrats)	17
Fig n°07	Lardage des substrats	17
Fig n°08	Fructification de <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
Fig n°09	Récolte de <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
Fig n°10	Préparation de composte	20
Fig n°11	Pasteurisation du substrat	21
Fig n°12	Ensemencement	21
Fig n°13	Gobtage	22
Fig n° 14	Diagramme générale de la procédure expérimentale	24
Fig n°15	Rendement de <i>Pleurotus ostreatus</i> dans différents substrats d'un kg par sac	25
Fig n°16	Souches fongiques Pleurote gris (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	26
Fig n°17	Souches fongiques champignon de Paris (<i>Agaricus bisporus</i>)	26
Fig n°18	Développement du mycélium de <i>Pleurotus ostreatus</i> Sur le blé	27
Fig n°19	Développement du mycélium de <i>Pleurotus ostreatus</i> Sur l'orge	27
Fig n°20	Poids de <i>Pleurotus ostreatus</i> en fonction de différents types de substrats	31
Fig n°21	Largeur de la tête de champignon <i>Pleurotus ostreatus</i> en fonction de différents types de substrats	32
Fig n°22	Longueur de la tige de <i>Pleurotus ostreatu</i> en fonction de trois différents types de substrats	33

Fig n°23	Envahissement du Mycélium d' <i>Agaricus bisporus</i> Après 15 jours d'incubation	34
Fig n°24	Étalement de terre de gobetage	34
Fig n°25	Contamination du composte	35

Liste des abréviations explicitées

FAO: Food and Agriculture Organisation

Km : Kilomètre

°C : Degré Celsius

Spp : Species plurales

H: heure

HR : Humidité Relative

CO2 : Dioxyde de carbone

EB : Efficacité biologique

PDA: Potato Dextrose Agar

Kg: Kilogramme

g : Gramme

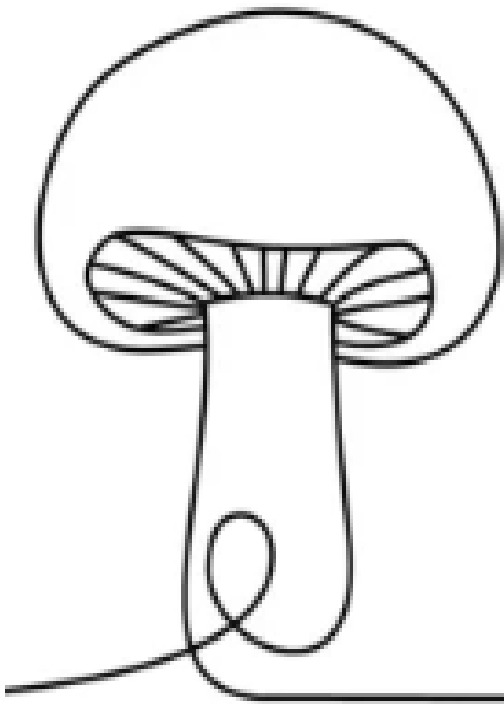
cm: Centimétere

Table des matières

Introduction	1
<i>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</i>	3
1. Généralité sur les champignons.....	3
2. Classification des champignons.....	3
2.1.1. Basidiomycètes.....	3
2.1.2. Ascomycètes.....	3
3. Reproduction et cycle de vie des champignons.....	3
3.1.1. Reproduction sexuée des champignons.....	4
3.1.2. Reproduction asexuée des champignons.....	4
4. Caractéristiques morphologiques.....	5
4.1. Caractères à l'échelle macroscopique.....	6
4.1.1. Hyménophoresignifie.....	6
4.1.2. Chapeau.....	6
4.1.3. Pied ou stipe.....	6
4.1.4 Voile universel et le voile partiel.....	7
4.1.5. Chair.....	7
4.2. Caractère microscopique.....	7
4.3. Caractères organoleptique.....	7
4.3.1. Goût.....	7
4.3.2. Odeur.....	7
4.3.3. Latex.....	7
4.3.4. Spore.....	7
5. Modes de vie d'un champignon.....	8
5.1. Saprophytes.....	8
5.2. Parasites.....	8
5.3. Symbiotes.....	8
6. Champignons comestibles.....	8

7. Différentes activités biologiques des champignons.....	9
7.1. Activité anticancéreuse.....	9
7.2. Activité antiviraux.....	10
7.3. Activité antioxydant.....	10
7.4. Activité anti-inflammatoire.....	10
8. Importances des champignons.....	10
8.1. Importances écologique.....	10
8.2. Importances médicinales.....	11
8.3. Importances alimentaires.....	11
8.4. Importances économiques.....	11
Chapitre II : Matériels et Méthodes.....	13
1. Présentation de la région d'étude.....	13
2. Matériels.....	13
2.1. Matériel biologique.....	13
2.1.1. Mycélium.....	13
2.1.1.1. Champignons de Paris (<i>Agaricus bisporus</i>).....	14
2.1.1.2. Champignon Pleurote en forme d'huître (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	15
2.2. Matériel végétal.....	16
3. Méthodes.....	16
3.1. Etapes de culture des pleurotes.....	16
3.1.1. Préparation des substrats.....	16
3.1.2. Humidification.....	16
3.1.3. Pasteurisation.....	16
3.1.4. Lardage du substrat.....	17
3.1.5. Incubation.....	17
3.1.6. Fructification.....	17
3.1.7. Récolte.....	18

3.2. Etapes de culture du champignon de Paris.....	19
3.2.1. Préparation de composte.....	19
3.2.2. Pasteurisation du substrat.....	20
3.2.3. Ensemencement ou lardage.....	21
3.2.4. Gobetage.....	22
3.2.5. Fructification.....	22
3.2.6. Récolte.....	22
4. Efficacité biologique.....	24
Chapitre III : Résultats et discussion.....	25
1. Résultats.....	25
1.1. Rendement en <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
1.2. Préparation du mycélium.....	26
1.2.1. Culture de champignon blanc (semence des champignons <i>Pleurotus ostreatus</i> et <i>Agaricus bisporus</i>).....	27
1.3. Culture et fructification de (<i>Pleurotusostreatus</i>).....	28
1.3.1. Développement de mycélium.....	28
1.3.2. Fructification des <i>Pleurotus ostreatus</i>	28
1.3.3. Cueillette de champignons.....	30
1.3.4. Poids de <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
1.3.5. Largeur de la tête de champignon <i>Pleurotus ostreatus</i>	31
1.3.6. Longueur de la tige de champignon <i>Pleurotus ostreatus</i>	32
1.4. Culture de champignon d' <i>Agaricus bisporus</i>	33
1.5. Évolution de la contamination.....	35
2. Discussions.....	36
Conclusion.....	39
Références bibliographiques.....	41



Introduction

Introduction

Mycologie est une discipline essentielle des sciences de la vie, qui se concentre sur l'étude des champignons (Carlile *et al.*, 2001). Avant d'atteindre son niveau de développement actuel, la mycologie a connu plusieurs avancées au fil du temps. À l'époque du IV^e siècle avant notre ère, les Grecs utilisaient deux mots pour décrire la mycologie : « Mukès » (champignons) et « Logos » (connaissance). Par ailleurs, Théophraste (372–287 av. J.-C.), élève d'Aristote, considérait les champignons comme des plantes imparfaites, dépourvues de racines, de fleurs et de fruits. Il décrivait les truffes, quant à elles, comme des végétaux se formant à la suite des pluies d'automne accompagnées de grondements de tonnerre (Sourzat *et al.*, 2005).

Environ 140 000 espèces de champignons sont estimées à travers le monde, ce qui représente seulement 10 %, soit environ 14 000 espèces connues. La plupart des écosystèmes naturels sont constitués de mycètes qui participent à la répartition des ressources alimentaires utilisées par tous les organismes du milieu (Barros *et al.*, 2007 ; Reis *et al.*, 2012).

Un grand nombre d'espèces fongiques présentent un intérêt notable pour la nutrition et la santé humaine. Les espèces sont plus de 2000 et près de 700 ont des propriétés pharmaceutiques intéressantes, les champignons forestiers comestibles sont très riches en protéines et en fibres, peu riches en lipides et contiennent des vitamines et des oligo-éléments essentiels (Barros *et al.*, 2007 ; Reis *et al.*, 2012).

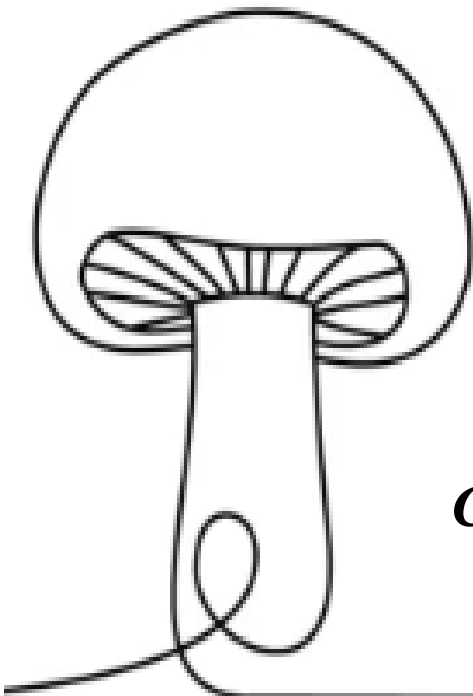
Les champignons représentent les structures de fructification des macromycètes. Ils étaient appelés « la nourriture des dieux » et étaient toujours traités comme une garniture ou un mets délicat. À la différence des espèces toxiques, les champignons comestibles peuvent être consommés sans risque pour la santé humaine. Depuis des siècles, de nombreuses variétés comestibles occupent une place importante dans l'alimentation de plusieurs pays. Ils sont notamment très appréciés en Europe de l'Est, où plus d'une trentaine d'espèces sont couramment commercialisées au sein des communautés locales (Fernand, 1984).

En Algérie, la croissance démographique accompagnée de l'augmentation des besoins en protéines impose la recherche de solutions alternatives. L'une des approches envisagées consiste à introduire des protéines synthétiques dans le régime alimentaire afin de répondre à cette demande croissante. Toutefois, ce secteur demeure en phase de développement.

La demande de champignons en Algérie continue d'augmenter, ce qui crée une occasion de marcher pour les producteurs locaux. De plus, Le gouvernement Algérien a apporté son

soutien à la mise en place de coopératives de production de champignons et de centres de formation destinés aux agriculteurs. L'objectif principal de cette étude est d'améliorer à la fois la productivité et la qualité des champignons frais cultivés, en intégrant des matières premières locales et durables dans l'ensemble du processus de production.

Cette étude vise à analyser et à suivre la composition du substrat utilisé pour la culture de certains champignons de couche frais en Algérie, en particulier *Pleurotus ostreatus* et *Agaricus bisporus*.



Chapitre I : Synthèses bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Généralité sur les champignons

Les champignons appartiennent à l'histoire culturelle humaine. Quand on parle des champignons, on pense surtout à s'ils sont comestibles ou toxiques, et on oublie souvent leurs bienfaits pour la santé. Les champignons ont une grande variété en ce qui concerne leurs formes, leurs tailles, leurs couleurs, leurs modes de vie et leurs fonctions écologiques. Parmi les plantes, les animaux et les autres organismes, ils sont un groupe distinct du règne Fungi, avec leur propre ensemble de caractéristiques (Cannon *et al.*, 2008) cité par (Bazine *et al.*, 2023).

2. Classification des champignons

Les champignons sont classés en deux groupes : les micromycètes inférieurs, qui sont unicellulaires et forment un groupe hétérogène, et les macromycètes supérieurs, qui sont divisés en deux groupes en fonction de leur mode de nutrition (Thaung, 2007) cité par (Bendahib et Moussaoui, 2023).

2.1.1. Basidiomycètes

Ce sont les mycètes les plus développés, ils regroupent 22000 espèces macroscopiques, y compris des champignons à chapeau comestibles ou vénéneux (Breuil, 2009).

2.1.2. Ascomycètes

Les ascomycètes comprennent 45 000 espèces, dont 75% sont connues. ils constituent presque tous les champignons capables de former des combinaisons de lichens (Breuil, 2009).

3. Reproduction et cycle de vie des champignons

La vie d'un champignon est très complexe (Nester *et al.*, 1998) Cité par (Sehad et Moussaoui, 2020). Constituant la partie végétative du champignon, le mycélium est formé de structures filamenteuses appelées hyphes, plus ou moins ramifiées, que l'on retrouve dans le sol ou dans le substrat de culture. En termes scientifiques, la partie qui sort de terre, que nous connaissons, est connue sous le nom de « carpophore », le carpophore génère de nombreuses cellules minuscules appelées « spores », qui sont indispensables à la reproduction du champignon (Guide des champignons, s.d).

3.1. Reproduction sexuée des champignons

La diversité des modes de vie des champignons se manifeste à travers la complexité de leur reproduction. Elle peut se reproduire sexuellement ou de manière asexuée, bien que certains champignons oscillent entre ces deux formes de reproduction (Nester *et al.*, 1998) cité par (Sehad et Moussaoui, 2020) mais les plus importants sont les suivants :

3.1.1. Somatogamie

Se produit lorsque deux champignons étroitement apparentés de la même espèce fusionnent leurs cellules végétatives ou leurs hyphes somatiques afin de créer un zygote. Il peut être homothallique (si les hyphes appartiennent au même individu) ou hétérothallique (si les hyphes appartiennent à des individus différents) (Decrouy, 2022) .

3.1.2. Gamétangium

Les cellules sexuelles mâles et femelles de deux champignons de la même espèce se fusionnent et placent les noyaux gamétiques dans un tube de fécondation (Decrouy, 2022).

3.1.3. Gamétangiogamie

Aussi appelée copulation gamétangiale, cette méthode repose sur l'union des gamétanges de deux champignons étroitement liés, conduisant à la formation d'un zygote renfermant le matériel génétique des deux partenaires. La reproduction se fait à l'aide de spores ou de spermatides et d'ovogonies, ce qui implique des gamètes mobiles et/ou immobile (Decrouy, 2022).

3.2. Reproduction asexuée des champignons

Chez les champignons, la reproduction asexuée permet à un seul individu de produire une descendance sans intervention d'un autre. Les organismes ainsi formés sont génétiquement identiques à leur parent, formant ce qu'on appelle des clones. Ce mode de reproduction constitue un avantage adaptatif, car il permet une propagation rapide et massive sur les substrats. Ce mode de reproduction, plus rapide et plus courant que la reproduction sexuée, représente pour les champignons une stratégie particulièrement avantageuse leur permettant de s'étendre efficacement dans de nouveaux environnements (Ouldhdi *et al.*, 2022). Les champignons présentent plusieurs formes de reproduction asexuée :

3.2.1. Sporulation

C'est le mode principal de reproduction asexuée chez les champignons. Ce mode de reproduction implique la production de spores asexuées, connues également sous le nom de mitospore. Elles proviennent de la mitose. Certains champignons ne génèrent qu'une seule espèce de spores, alors que d'autres en produisent à plusieurs reprises durant toute leur vie (Ouldhdi *et al.*, 2022).

3.2.2. Germination

Ce mode de reproduction intervient lorsque le champignon développe un bourgeon issu de la mitose. Ce bourgeon croît progressivement, puis se détache du parent pour mener une vie autonome en tant qu'organisme distinct (Ouldhdi *et al.*, 2022).

3.2.3. Fission binaire

Ce mode de reproduction, typique des levures, repose sur la division d'une cellule somatique. Chez les champignons unicellulaires, ce processus mitotique permet à une cellule mère de produire une cellule fille possédant le même patrimoine génétique (Ouldhdi *et al.*, 2022).

3.2.4. Fragmentation du soma

Ce mécanisme consiste en la séparation d'un fragment du mycélium du champignon parent. Ce fragment, une fois isolé, est capable de se développer en un nouvel organisme indépendant (Ouldhdi *et al.*, 2022).

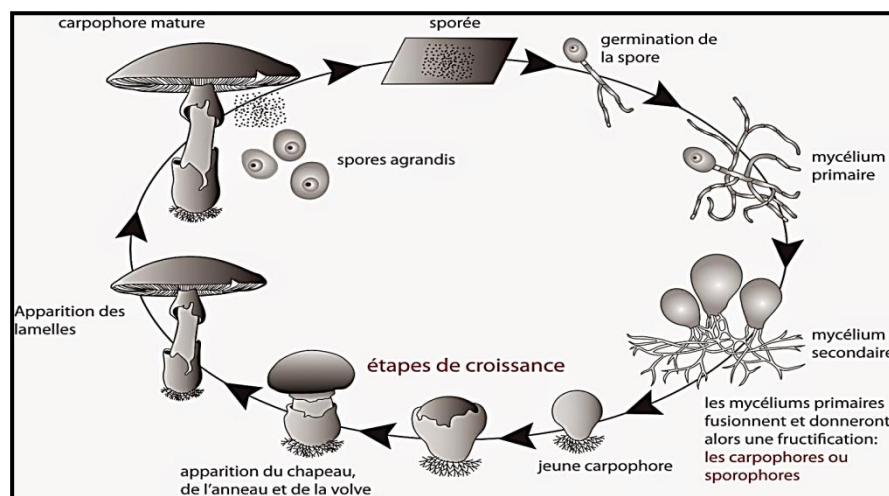


Figure N° 01 : cycle de reproduction des champignons (Baba Ahmed, 2014)

4.

Caractéristiques morphologiques

La détermination des champignons repose sur les caractéristiques morphologiques, les caractéristiques à l'échelle macroscopique, microscopique et également sur les caractéristiques organoleptiques des sporophores.

4.1. Caractères à l'échelle macroscopique

4.1.1. Hyménophoresignifie

Il s'agit de la zone fertile du champignon où se développent les spores. Elle peut présenter différentes structures, telles que des lames, des tubes, des pores, ou encore des aiguillons de tailles variées (courts ou longs) (Gévry *et al.*, 2009). Ainsi, on peut distinguer :

4.1.1.1. Champignons qui ont des lames

Équipé de lamelles et de lamellules intermédiaires, la forme (adnée, décurrenente par une dent, libre avec un collarium) (Gévry *et al.*, 2009). Ainsi que le profil des lamelles (étroit, horizontal ou triangulaire), la couleur et le type d'insertion au pied (insérées lors d'un élargissement du pied), la forme de l'arête (lisse, ondulée ou érodée), son intégrité, sa couleur et éventuellement les variations de couleur lors du froissement ou de la dessiccation (Bart *et al.*, 2013).

4.1.1.2. Champignons présentant un hyménophore tubulaire ou des aiguillons poreux

On peut observer la forme et la couleur de l'hyménophore, les pores (rondes ou irrégulières), les éventuels changements au froissement ou à la coupe, ainsi que la hauteur et la séparabilité des tubes (Eyi Ndong *et al.*, 2011).

4.1.2. Chapeau

Il s'agit d'une structure très diverse avec différentes formes telles que cylindrique, plate ou étalée, convexe, conique, concave, parabolique, circulaire, flabelliforme, le revêtement et la topographie du chapeau (informe, velouté, veiné, fibrilleux, hérissé, floconneux), le type de marge (lisse, enroulée, incurvée, ondulée, lobée, fissurée), la hauteur et la taille en diamètre à l'état adulte varient souvent du simple au double, en fonction des sujets, et la couleur (peut varier en fonction des spécimens et des conditions d'humidité) (Lamaison *et al.*, 2006).

4.1.3. Pied ou stipe

Forme et raccord du pied au substrat (radicant, ventru, cylindrique égal, atténué vers le bas), connexion du pied au chapeau (central, latéral, excentrique), couleur, longueur, diamètre, structure interne du pied (plein, farci, fistuleux, creux, caverneux), présence d'anneau et son positionnement, présence d'éléments provenant du voile général ou du voile partiel, mode d'attachement au chapeau, structure interne et revêtement (fibrilleux, chiné, réticulé, pustuleux) (Eyi Ndong *et al.*, 2011).

4.1.4. Voile universel et le voile partiel

En jeune âge, certains sporophores sont complètement recouverts d'un tissu distinct appelé voile universel, dont il ne reste à maturité que des fragments sur le chapeau et à la base du pied (volve en sec, volve circumsessile, volve floconneuse, volve) (Eyi Ndong *et al.*, 2011).

4.1.5. Chair

Il possède plusieurs propriétés distinctives, notamment sa consistance qui peut être gélatineuse, tendre, ferme, élastique ou coriace, sa texture, pouvant être fibreuse ou granuleuse, ainsi que sa couleur, susceptible de changer au contact de l'air après coupure (Lamaison *et al.*, 2006).

4.2. Caractère microscopique

L'analyse microscopique des champignons se concentre sur le diamètre des spores (longueur et largeur), la forme, la couleur et l'orné. On réalise également d'autres observations microscopiques sur la chair, le stipe et l'hyménium (Mesfek, 2014).

4.3. Caractères organoleptiques

4.3.1. Goût

Les champignons peuvent avoir un goût neutre, doux à âcre, piquant, acide, fongique, terreux, de farine, et ils peuvent également varier dans la bouche, comme par exemple neutre puis amer (Eyi Ndong, 2013).

4.3.2. Odeur

Parfois, l'odeur est très forte : de la végétale à la fruitée, de l'ail, des agrumes, de l'amande, de l'érable, du rance, de la farine, de la noix de coco, du spermatique,... etc (Eyi Ndong, 2013).

4.3.3. Latex

Certains champignons, tels que les lactaires, produisent un lait de diverses teintes lors de la cassure. Ce lait possède une couleur unique, et le changement de couleur au contact de l'air, du goût et de la viscosité est une observation cruciale pour distinguer les différentes espèces (Gévry *et al.*, 2009).

4.3.4. Spore

Tous les champignons se distinguent par des spores, qui peuvent être identifiées grâce à leur présence (Gévry *et al.*, 2009).

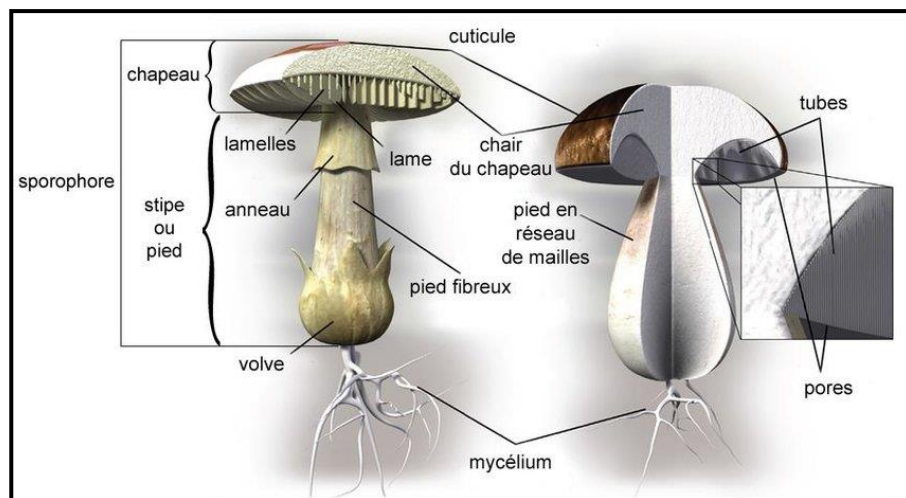


Figure N° 02 : Morphologie des champignons à formes classiques (Rapior et Ramon, 2018)

5. Modes de vie d'un champignon

5.1. Saprophytes

L'alimentation des champignons saprophytes repose sur la dégradation des matières organiques mortes provenant de végétaux (feuilles et débris végétaux) ou d'animaux (cadavres). Ils constituent la plupart des macromycètes (Senn-Irlet *et al.*, 2012).

5.2. Parasites

Les parasites sont des champignons qui se nourrissent de la matière vivante animale ou végétale. Environ 20 % des espèces fongiques identifiées présentent un mode de vie parasitaire.

En fonction du substrat parasité, il existe des parasites biotrophes qui survivent sur des organismes vivants et des parasites nécrotrophes qui survivent en saprophytes sur l'hôte parasité lorsque celui-ci est mort (Sicard *et al.*, 2006).

5.3. Symbiotes

La forme de symbiose la plus courante à l'échelle mondiale est celle des associations symbiotiques entre champignons et végétaux supérieurs (mycorhizes) (Jennings *et al.*, 1996).

Selon (Smith *et al.*, 1997), environ 90 % des végétaux contractent spontanément cette association. C'est à partir de la racine que les champignons vont former un réseau de filaments mycéliens et participer à la nutrition minérale plante. D'après Simon *et al.* (1993), cette symbiose aurait joué un rôle clé en permettant aux plantes de s'établir dans les environnements terrestres.

6. Champignons comestibles

Les champignons comestibles sont des champignons que l'on peut consommer, car contrairement aux champignons toxiques, leur consommation ne présente aucun danger pour la santé. D'un autre côté, tous les champignons comestibles ne peuvent pas être mangés, c'est-à-dire que certains champignons non toxiques ne sont pas délicieux, en raison de leur goût. D'après la FAO, nous consommons environ un millier de variétés de champignons (Gévry *et al.*, 2009). Le nombre de champignons comestibles est élevé, Certains d'entre eux sont :

- Agaric des trottoirs (*Agaricus bitorquis*)
- Amanite solitaire (*Amanita strobiliformis*)
- Bolet bronzé (*Boletusaereus*)
- Bolet commun (*Xerocomus communis*)
- Bolet à pied rouge (*Boletus luridiformis* ou *Boletus erythropus*)
- Boule de neige (*Agaricus arvensis*)
- Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*)
- Coulemelle (*Macrolepiota procera*)
- Girolle (*Cantharellus cibarius*)
- Langue de chat (*Hydnum repandum*)
- Palomet (*Russulavirescens*)
- Pleurote en huître (*Pleurotus ostreatus*)

- Rosé des prés (*Agaricus campestris*)
- Trompette de la mort (*Craterellus cornucopioides*)
- Vachette (*Suillus granulatus*)

7. Différentes activités biologiques des champignons

7.1. Activité anticancéreuse

La majorité des champignons basaux sont une source importante de polysaccharides présentant des propriétés biologiques actives. Le lentinane est un polysaccharide purifié dont l'efficacité est bien établie dans le traitement de divers cancers, en particulier ceux de l'estomac et des poumons. En parallèle, plusieurs polysaccharides sont également utilisés en médecine vétérinaire comme agents anticancéreux, en particulier contre les adénomes. Le schizophyllane, quant à lui, est principalement indiqué dans le traitement des cancers gastriques et cervicaux (Marta *et al.*, 2012).

7.2. Activité antiviraux

La recherche de composés antiviraux efficaces est d'une importance capitale en raison des infections virales souvent mortelles et de l'apparition de résistance aux médicaments. Plusieurs agents antiviraux ont été signalés chez les champignons endophytes. Deux composés nouveaux, l'acide cétonique A et B, ont été découverts à partir du champignon endophyte *ctonaema*. Ces substances ont le pouvoir d'inhiber la protéase du cytomégalovirus humain (Singh *et al.*, 2015).

7.3. Activité antioxydant

Il existe une grande quantité d'antioxydants naturels présents dans les plantes médicinales, les légumes et les fruits. Néanmoins, des études ont démontré que les champignons endophytes peuvent constituer une source potentielle de nouveaux antioxydants naturels. Des recherches ont montré que les champignons endophytes, grâce à leurs métabolites, peuvent être le meilleur antioxydant que leurs homologues synthétiques (Sing *et al.*, 2015)

7.4. Activité anti-inflammatoire

L'une des stratégies envisageables pour atténuer l'inflammation repose sur la consommation d'aliments riches en composés bioactifs, susceptibles de favoriser la synthèse de cytokines aux effets anti-inflammatoires.

Dans cette optique, les champignons comestibles suscitent de plus en plus d'intérêt en tant qu'aliments fonctionnels en raison de leur richesse en composés ayant des propriétés anti-inflammatoires (Gunawardena *et al.*, 2014 ; Muszyńska *et al.*, 2018).

8. Importances des champignons

8.1. Importances écologique

Les champignons remplissent une fonction antiparasitaire naturelle en agissant contre divers parasites, prédateurs et organismes compétiteurs. Certaines espèces contribuent à la protection des plantes en ciblant les nématodes responsables de l'endommagement des racines chez certaines espèces chlorophylliennes. Par conséquent, les champignons participent activement au maintien de l'équilibre biocénotique et jouent un rôle fondamental dans la stabilité des écosystèmes, à l'instar des autres êtres vivants. (Michelot *et al.*, 1999) cité par (Bendhaiba et Moussaoui, 2023).

8.2. Importances médicinales

En raison de leur grande diversité métabolique, les champignons présentent un potentiel pharmacologique considérable et les études dans ce domaine sont assez nombreuses, même si elles restent encore insuffisantes.

Les champignons médicinaux jouent un rôle essentiel, et cette importance est illustrée par :

- Il diminue l'hypertension artérielle et diminue le taux de cholestérol.
- Il exerce une action antagoniste et opposée sur certaines formes de tumeurs cancéreuses, avec une incidence de (43-92)%.
- Stimulation de l'immunité et Équivalent à la glycémie.
- Son efficacité dans le traitement de la grippe est attribuée à la présence de vitamine C dans sa composition (Khreisat *et al.*, 2010).

8.3. Importances alimentaires

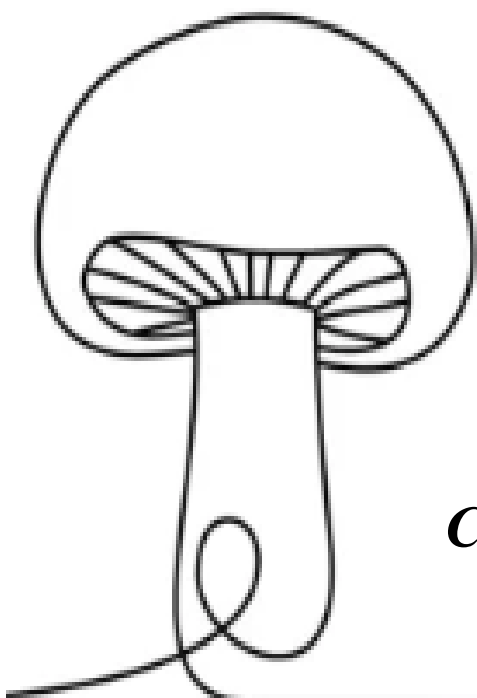
Les champignons comestibles sont cueillis pour l'alimentation et le revenu, et il y a une grande variété d'espèces. Un certain nombre de caractéristiques spécifiques permettent de distinguer les champignons comestibles des espèces non comestibles.

- Ils sont particulièrement riches en protéines, pouvant représenter jusqu'à 20 % de leur poids sec.
- Il renferme une quantité importante de fibres, pouvant atteindre jusqu'à 12%.
- Ils constituent également une source naturelle de vitamines essentielles et fournissent la majorité des minéraux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.
- Le glycogène et l'hémicellulose figurent parmi les composants structurels majeurs des champignons.
- Sa faible teneur en matières grasses, représentant moins de 2 à 3 % de son poids total, en fait un aliment adapté au maintien du poids corporel (Khreisat *et al.*, 2010).

8.4. Importances économiques

Les champignons constituent une culture à haute valeur économique, favorisant une productivité accrue par unité de surface. Selon les estimations, un kilogramme de semences peut produire entre 25 et 30 kilogrammes de champignons en l'espace de trois mois. (Khreisat *et al.*, 2010). Ce potentiel de production offre divers avantages économiques, notamment :

- Favoriser le développement de l'économie nationale.
- Favoriser la synthèse protéique au sein du corps humain.
- Améliorer la sensibilisation à la santé des consommateurs et des producteurs.
- Concevoir de nouveaux types de fourrages pour l'élevage.
- Utiliser des substrats comme engrais pour le sol agricole.
- Contribuer à la protection de l'environnement en réduisant les sources de pollution (Sah Hassan *et al.*, 2009).



Chapitre II : Matériels et méthodes

Chapitre II : Matériels et Méthodes

L'objectif de cette étude est d'élaborer des substrats expérimentaux en utilisant des matières organiques locales (par exemple ; sciure de bois, paille, déchets agricoles) et Suivi de la compétitivité entre substrats.

1. Présentation de la région d'étude

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord de Sahara. Elle est issue du découpage administratif du territoire de 1984 modifié par la loi n° 19-12 du 11 décembre 2019.

La Wilaya de Ghardaïa est limitée :

- Nord par la Wilaya de Laghouat
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa .
- A l'Est par la Wilaya de Ouargla
- Au Sud par la Wilaya de Meniaa
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayad

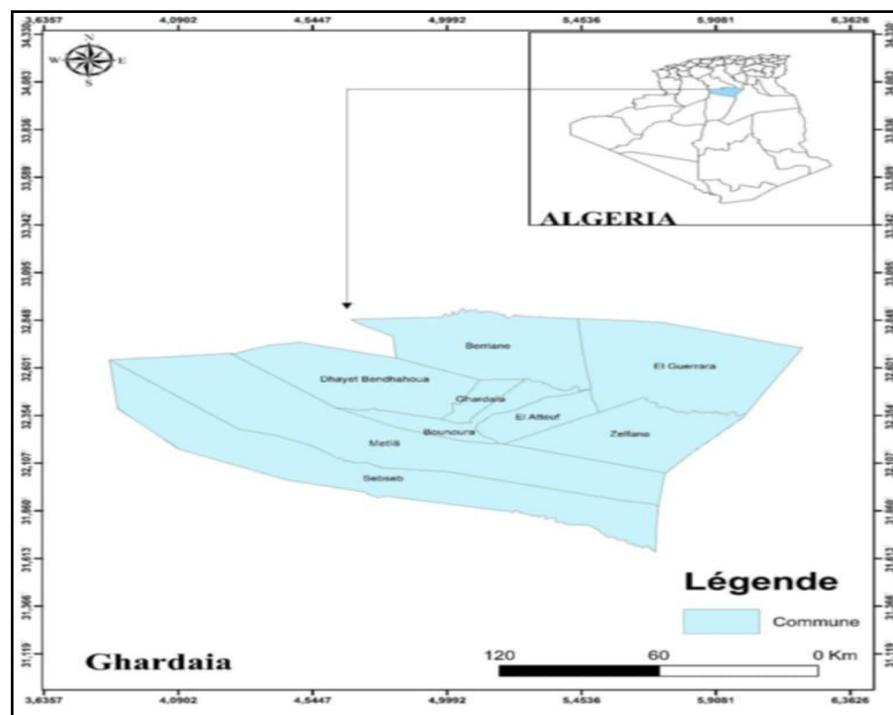


Figure N° 03 : Limite administratives de la région Ghardaïa (Kraïmat ,2019)

2. Matériels

2.1. Matériel biologique

2.1.1. Mycélium

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé deux souches fongiques issues de l'isolement de champignons comestibles appartenant aux espèces *Agaricus bisporus* et *Pleurotus ostreatus*. Nous avons choisi les deux espèces de champignons en raison de leur importance économique, de leur haute valeur nutritionnelle, de leur facilité de culture et de leur large diffusion. Nous avons réalisés le 25 /11/2024 l'isolement, la purification ainsi que l'identification du mycélium. Les souches obtenues sont stockées et préservées au sein du laboratoire de mycologie de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université de Ghardaïa.

2.1.1.1. Champignons de Paris (*Agaricus bisporus*)

Agaricus bisporus est le champignon le plus consommé au monde (Laurent ; 2015). Le genre *Agaricus* est inclus dans la division des Basidiomycota et se range au sein de la famille des *Agaricaceae* (Del Pilar *et al.*, 2014). Le champignon *Agaricus bisporus* possède un chapeau de forme arrondie, recouvert d'un fin duvet blanc pouvant tendre vers des teintes ocre ou brunes. Chez les jeunes spécimens, ce chapeau est relié au pied par un voile secondaire (les lamelles sont dissimulées), quand on ouvre ce voile, on échappe même, un petit anneau. Ce champignon possède un pied cylindrique dont la surface est parcourue de fibres et de petites écailles .L'anneau est situé vers le centre du pied, tandis que la majorité des basides renferment deux spores de morphologie ovale (Kernaghan et Harper, 2001). La classification d'*Agaricus bisporus* peut être établie comme suit (Chang, 1996) :

Règne : Fungi

Division : Basidiomycota

Classe : Agaricomycetes

Ordre : Agaricales

Famille : Agaricaceae

Genre : *Agaricus*

Espèce : *Agaricus bisporus*

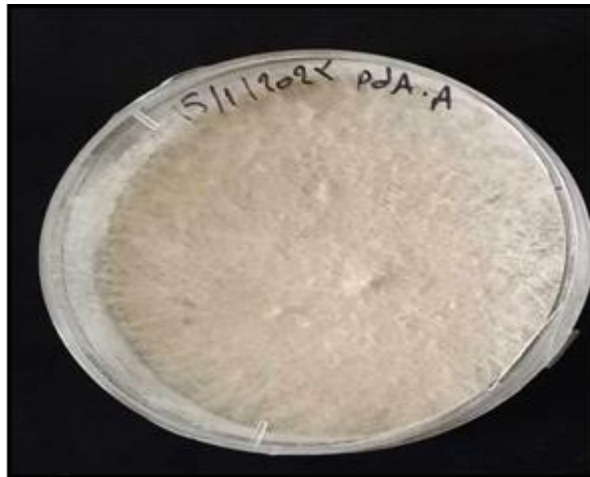


Figure N° 04 :Mycélium d'*Agaricus bisporus*

2.1.1.2. Champignon Pleurote en forme d'huître (*Pleurotus ostreatus*)

Le terme grec *Pleurotus* suggère une croissance sur le côté, tandis que *ostreatus* décrit un aspect évoquant celui d'une coquille, tant au niveau de la forme que de la couleur. Selon Mansour-Benamar (2016), Le genre Pleurotes, également connu sous le nom de pleurotes, est composé de champignons saprophytes, eucaryotes, thallophytes, non chlorophylliens, avec un corps généralement filamenteux appelé mycélium. On retrouve la culture de ces espèces à travers de nombreuses régions du monde, notamment en Asie du Sud-Est, en Inde, en Europe ainsi qu'en Afrique (Maublanc, 1976 ; Monnier, 1997). Le pleurote, champignon comestible, se classe au troisième rang mondial de production, derrière le champignon de Paris et le shiitaké. Sa croissance est également plus rapide comparée à celle de plusieurs autres champignons comestibles (Lemoine, 2015). La classification de *Pleurotus ostreatus* est la suivante :

Règne : Fungi

Division : Basidiomycota

Classe : Agaricomycetes

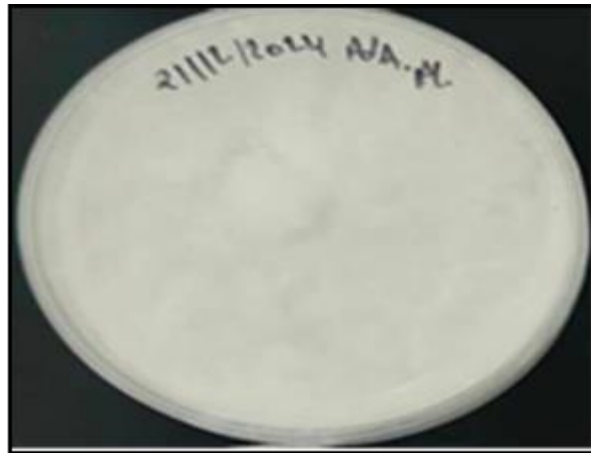
Ordre : Agaricales

Famille : Pleurotaceae

Genre : *Pleurotus*

Espèce : *Pleurotus .ostreatus* (Jacq.Ex. Fries) Kummer (1871)

Pleurotus .ostreatus (Jacq. P. Kumm (1871)



FigureN° 05 : Mycélium de *Pleurotus ostreatus*

2.2. Matériel végétal

Dans le cadre de nos essais, plusieurs résidus agricoles ont été exploités comme composants du substrat, notamment : la sciure ou les copeaux de bois, Marc de café récupéré dans différentes cafétérias de Ghardaïa, associé à du carton ainsi qu'à diverses pailles comme celles issues du blé ou de l'orge, a été utilisé en tant que substrat pour la culture du Pleurote. En ce qui concerne le champignon de Paris, le substrat de fructification était principalement composé de fumier de cheval, de paille de blé et de fientes de volailles.

3. Méthodes

3.1. Etapes de culture des pleurotes

La culture des pleurotes se déroule en plusieurs étapes techniques bien définies afin d'assurer un bon développement du champignon et une production optimale. Elle commence par le choix et la préparation d'un substrat adéquat, suivi de l'ensemencement, l'incubation, la fructification, et enfin la récolte.

3.1.1. Préparation des substrats

La préparation du substrat constitue une étape cruciale dans la culture des pleurotes. Les substrats les plus couramment utilisés sont les résidus lignocellulosiques comme la paille de blé, le marc de café mélange avec carton, et la sciure de bois (S1, S2 S3 successivement) avec 03 répétitions. Ces matériaux sont d'abord humidifiés, puis pasteurisés ou stérilisés afin

d'éliminer les agents pathogènes et les micro-organismes concurrents, une fois refroidi, le substrat est prêt à êtreensemencé avec du mycélium.

3.1.1.1. Humidification

Les substrats sont humidifiés à l'eau jusqu'à une humidité d'environ 60%, celle-ci est estimée par un test de pression qui ne sera positif que quand on aura que quelques gouttelettes en exerçant une légère pression par la pomme de la main sur le substrat.

3.1.1.2. Pasteurisation

Les substrats sont pasteurisés à la vapeur d'eau pendant une heure à l'aide d'un couscoussier, afin d'éliminer les micro-organismes présents et de prévenir toute concurrence au développement du mycélium.



Figure N° 06 : Pasteurisation(Méthode de stérilisation des substrats)

3.1.1.3. Lardage des substrats ou ensemencement

Une fois les substrats sont prêts et laissés se refroidir à température ambiante, on passe au lardage qui se fait à raison de 10% du mycélium par rapport au substrat. Les sacs sont bien fermés et des petits trous sont effectués dans tous les sens afin que le mycélium puisse respirer.



Figure N° 07: Lardage des substrats

3.1.1.4. Incubation

Les sacs ensemencés sont placés dans une zone isolée à l'abri de la lumière, avec une température qui oscille entre 20° et 25°C.

3.1.1.5. Fructifications

Dès l'apparition des premiers primordiaux, les conditions de cultures sont modifiées : les sacs sont ouverts pour permettre aux fructifications de sortir et installés dans une salle aérée où la lumière est suffisante, en augmentant le taux d'humidité dans la chambre de culture à l'aide d'un brumisateur et par arrosage quotidien des blocs de cultures avec de l'eau de robinet avec une légère baisse de la température jusqu'à 18 à 20°C.



Figure N° 08 : Fructifications de *Pleurotus ostreatus*

3.1.1.6. Récolte

La récolte des champignons se fait 7 à 10 jours après l'étape de fructification en les détachants du substrat en les tordant soigneusement.



Figure N° 09 : Récolte de *Pleurotus ostreatus*

3.2. Etapes de culture du champignon de Paris

3.2.1. Préparation de composte

Les champignons de culture comme les *Agaricus spp* (champignon de couche) sont des organismes saprophytes et qu'il se nourrit de déchets végétaux. Donc ils ne se développent que sur des résidus végétaux fermentés ou compostés (Van Nieuwenhuijzen, 2007).

Le compostage des substrats a été réalisé au niveau de la serre expérimentale de la faculté des Sciences Technologique de l'université de Ghardaïa en date de 2024 pendant 25 jours.

Par conséquent, La première étape pour préparer le sol ou le substrat sur lequel on va le faire pousser du champignon de Paris. Pour cette raison, nous préparerons un compost spécifique à la culture, c'est-à-dire que l'on va dégrader les matières pour les rendre digestibles et assimilables par le champignon de Paris, Il consiste à faire le mélange des composants (fumier + paille + chaux), Pendant le mélange secouer le fumier à la fourche de façon à l'éparpiller. Pendant le mélange arroser abondamment tout en forçant sur les parties sèches jusqu'à l'obtention d'une humidité avoisinant les 60%. Mettre le fumier en tas régulier. Une fois le tas terminé piétiné pour favoriser la fermentation, en laissant le tas fermenté pendant 5 à 6 jours. Après le 7^{ème} jour secouer et aérer le tas de fumier et remettre en tas comme précédemment. Au cours des retournes humidifier légèrement le fumier.



Figure N° 10: Préparation de composte

3.2.2. Pasteurisation du substrat

Cette étape elle a pour objet de terminer le compostage et finaliser le substrat avant l'ensemencement car le compost frais n'est pas immédiatement utilisable pour les champignons. Il doit subir encore un traitement. Elle a pour objectif de supprimer les organismes indésirables mais aussi de garder en vie ceux qui sont utiles. Pour atteindre ce but, il faut maintenir une température de 60 à 70 °C pendant 4h. La plupart des ennemis et des maladies sont éliminés à de telles températures. Le compost ainsi pasteurisé est refroidi jusqu'à 25 – 28°C puis transporté immédiatement en salle de culture pour êtreensemencé et incubé.



Figure N° 11 : Pasteurisation du substrat

3.2.3. Ensemencement ou lardage

L'opération de l'ensemencement consiste à introduire d'une manière homogène la semence du champignon "mycélium" dans la masse du substrat. Cette opération est réalisée lorsque la température du substrat avoisine les 25 – 27°C, Après l'ensemencement, le mycélium commence à se développer. À une température idéale située de préférence au-dessous 30 C° et a une humidité très élevée (HR 95% ou plus). De manière générale il faut deux semaines pour que la couche de compost soit complètement colonisée par le mycélium.



Figure N° 12: Ensemencement

3.2.4. Gobetage

Il consiste à recouvrir la masse de compost ensencé d'une couche de terre appropriée de nature calcaire "appelée terre de gobetage", sur une épaisseur de 4 cm environ. Cette terre est composée d'un mélange de calcaire broyé (65-70 %) et de tourbe (30-35%).



Figure N° 13: gobtage

3.2.5. Fructification

Lorsque le mycélium prend un aspect blanc duveteux, et pousse bien dans la couverture, il est temps de provoquer une chute de température. Ce changement de climat peut être obtenu en abaissant le taux de CO₂ et de ramener la température du compost à 19 C ° en quelques jours, cela induit un stress sur le champignon.

3.2.6. Récolte

En fonction du programme de croissance et de la qualité du compost, la période de récolte durera plusieurs semaines. En général, la récolte des premiers champignons doit être effectuée 3 semaines après le gobetage. Dès que les champignons sont à maturité, il faut les cueillir. Si le champignon est cueilli avant ce stade, les pertes de rendement peuvent être très importantes, jusqu'à 30 voire 40%.

La figure N°14 représente les différentes étapes suivies au laboratoire et sur terrain jusqu'à l'obtention et la récolte du champignon.

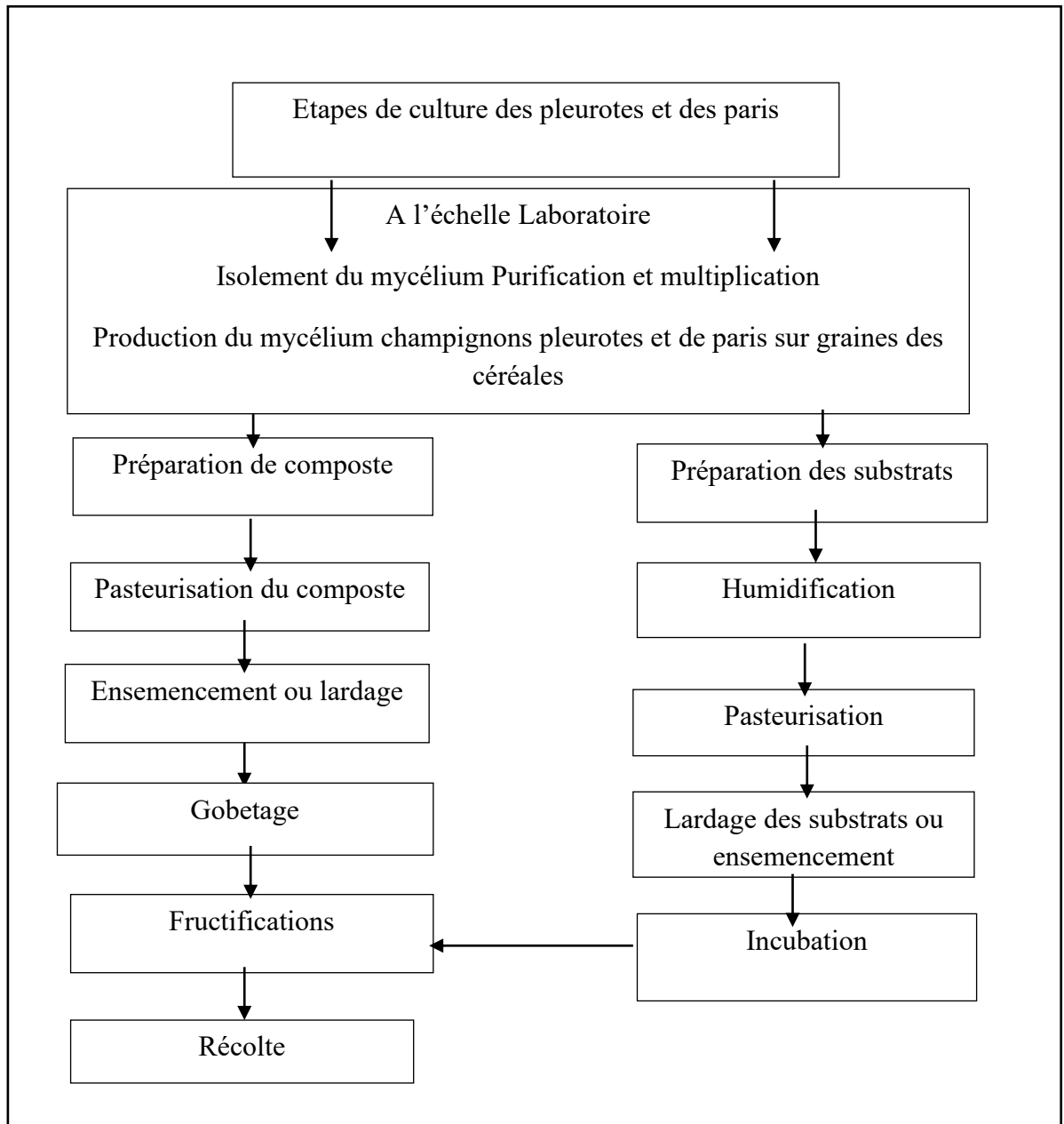


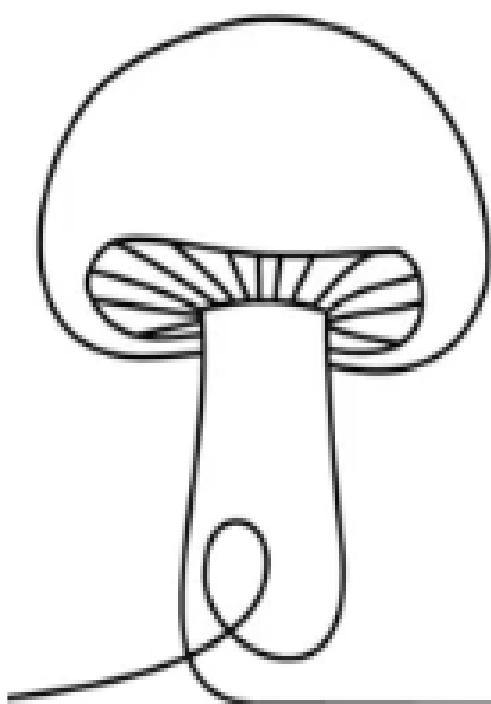
Figure 14: Diagramme générale de la procédure expérimentale

4. Efficacité biologique

L'efficacité biologique (EB) représente le rendement du champignon frais par kilogramme de substrat en poids sec, elle est calculée par la formule suivante (Oei, 1993) :

$$EB = (\text{poids du champignon frais} / \text{poids sec du substrat}) \times 100$$

Le rendement en *Pleurotus Ostreatus* obtenu par sac de culture de 1Kg en fonction des substrats testés et de nombre de récolte.



Chapitre III : Résultats et Discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats

Dans ce travail, nous avons effectué une étude sur les champignons comestibles afin de mettre en lumière les méthodes de leur culture ainsi que les déchets recyclés provenant du secteur agroalimentaire qui peuvent servir d'un substrat de qualité pour la biomasse.

1.1. Rendement de *Pleurotus ostreatus*

Le rendement en pourcentage, ou l'efficacité biologique, a ensuite été calculé pour chaque type de substrat (S1, S2, S3) à partir de la production de *Pleurotus ostreatus* obtenue par sac de culture de 1 kg, comme présenté dans la figure n°15.

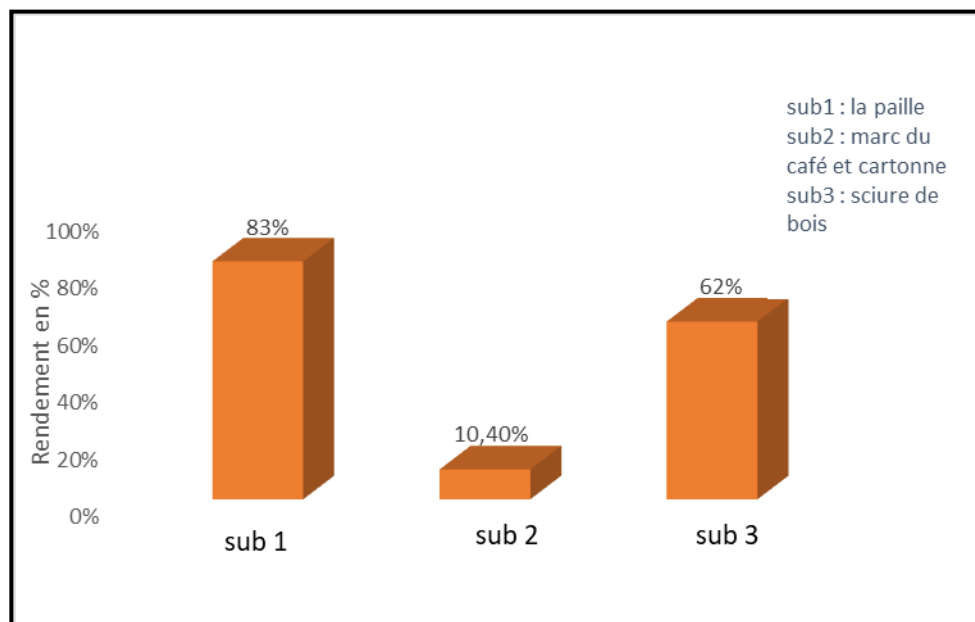


Figure N° 15 : Rendement de *Pleurotus ostreatus* dans différents substrats d'un kg par sac

D'après la figure N°15 qui représente le taux de rendement de champignon *Pleurotus ostreatus* dans différent milieu de culture de 1 kg de substrat par sac, nous constatons que le taux de rendement de champignon *Pleurotus ostreatus* dans le substrat 1 qui représente la paille enregistre un taux très élevé avec un taux de 83% par rapport au substrat 3 qui est la sciure de bois qui enregistre un taux moyennement important avec un taux de 62% en comparant avec le substrat 2 (Marc de café et cartonne) qui représente un taux faible de rendement qui est de 10,40% .

1.2. Préparation du mycélium

Le mycélium des champignons comestibles de Paris (*Agaricus bisporus*) et Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) a été produit le 30 novembre 2024 aux niveaux de laboratoire Mycologie à la faculté des Science de la vie et de la Nature université de Ghardaïa.

Nous avons utilisé un milieu PDA pour la croissance de mycélium de deux types de champignons à savoir : champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) et Pleurotes (*Pleurotusostreatus*). Suite à une incubation de 15 jours, le mycélium a émergé après diverses étapes d'isolation et de purification afin d'obtenir des souches fongiques pures.

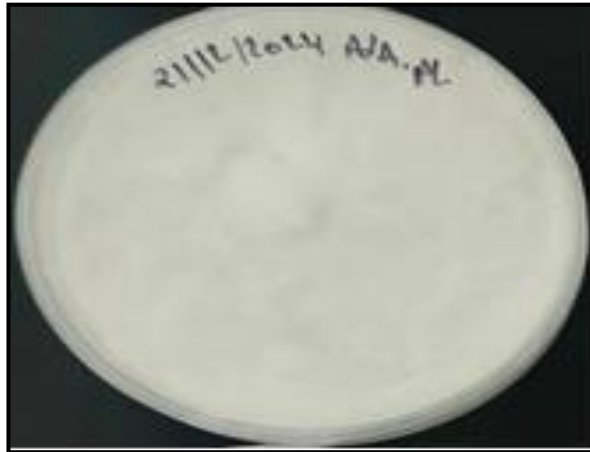


Figure N° 16: Souches fongiques Pleurote gris (*Pleurotus ostreatus*)

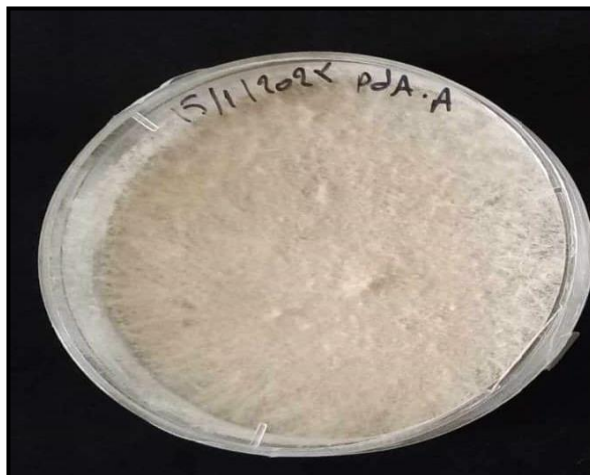


Figure N°17: Souches fongiques champignon de Paris (*Agaricus bisporus*)

1.2.1. Culture de champignon blanc (semence des champignons *Pleurotus ostreatus* et *Agaricus bisporus*)

La production du blanc des deux variétés de champignon à savoir : champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) et champignon Pleurote gris (*Pleurotus ostreatus*), le mycélium a été cultivé sur divers substrats à base de cellulose (grains de blé et d'orge). Les observations effectuées après 15 jours d'incubation à 25°C indiquent une prolifération notable du mycélium sur des grains de blé et d'orge.



Figure 18: Développement du mycélium de *Pleurotus ostreatus* sur le blé






Figure N° 19: Développement du mycélium de *Pleurotus ostreatus* sur l'orge

1.3. Culture et fructification de (*Pleurotus ostreatus*)

1.3.1. Développement de mycélium

Le tableau N° 01 démontre la propagation du mycélium de *Pleurotus ostreatus* sur les trois sortes de substrats qui sont : la paille, Marc de café mélangé avec du carton et la sciure de bois après la période d'incubation.







Tableau N°01 : Diffusion du blanc de *Pleurotus ostreatus* sur différents type de substrats

Substrats	Paille	Marc café et Carton	Sciure de bois
Après 15 jours d'incubation			

1.3.2. Fructification des *Pleurotus ostreatus*

Une fois que le mycélium envahi le substrat, un choc thermique a été appliqué pour déclencher la phase de fructification du champignon. Les résultats finaux de cette fructification sont récapitulés dans le tableau suivant n° 02.

Tableau N°02 : Fructification des *Pleurotus ostreatus*

Substrats	Paille	Marc café et Cartonne	Sciure de bois
Après 10 jours Marc café et Cartonne après 13 jours			
Après 15 jours			

Selon le tableau n°02 qui représente la fructification de Pleurote nous remarquons que le champignon Pleurotes a commencé à produire des fructifications sur la paille de blé, Marc de café mélangé avec le carton et la sciure de bois. En outre, au dixième jour, nous avons noté l'émergence de petites sphères grises (casquettes). Après une courte période d'arrosage, et au fil des jours jusqu'au treizième jour, nous avons remarqué une croissance progressive de ces boules, qui sont devenues plus foncées jusqu'à un gris noirâtre, prêt à être consommé après 15 jours, tandis que le champignon d'huîtres pousse et s'épanouit dans le Marc de café mélangé avec du carton, à partir du treizième jour dont il commence à présenter de petites sphères grises qui s'agrandissent.

1.3.3. Cueillette de champignons

Lors de la culture du *Pleurotus ostreatus*, les carpophores sont soigneusement cueillis lorsqu'ils ont atteint leur taille adulte. Ils sont soigneusement séparés du substrat par une rotation afin de préserver leur intégrité, la culture des *Pleurotus ostreatus* peut produire entre 3 et 4 récoltes avec des masses différentes.

Dans de ce travaille, nous avons focalisé notre étude sur la culture de deux sortes de champignons : Pleurote (*Pleurotus ostreatus*) et champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), qui sont très estimés en Algérie pour leur valeur nutritive et leur attrait visuel. Les éléments qui seront exposés par la suite éclaireront les éléments déterminants dans la culture de pleurotes sur divers substrats, ainsi que les obstacles rencontrés, ayant conduit à l'insuccès de notre essai de culture du champignon de Paris *Agaricus bisporus*.

1.3.4. Poids de *Pleurotus ostreatus*

Le poids des Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) récoltées lors de trois différentes récoltes (R1, R2, R3) en fonction des trois types de substrats (sub 1, sub 2, sub 3) qui sont respectivement la paille de blé, Marc de café avec le cartonne et la sciure de bois sont présenté dans la figure suivante n°20.

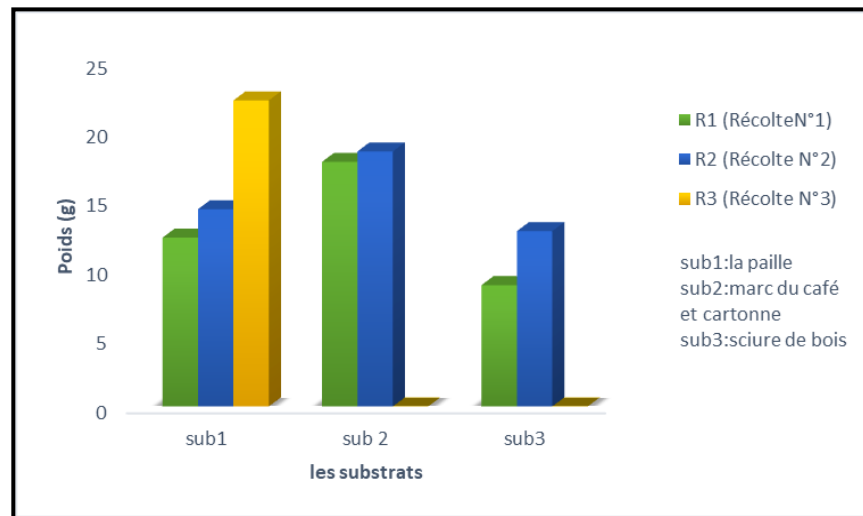


Figure N° 20: Poids de *Pleurotus ostreatus* en fonction de différents types de substrats

Selon la figure N°20 qui représente le poids de champignon de *Pleurotus ostreatus* en fonction de différents types de substrats nous observons que le poids de champignons *Pleurotus ostreatus* dans le substrat 1 qui représente la paille enregistre le poids le plus élevé (25 g) dans la 3^{ème} récolte par rapport à la 1^{ère} et 2^{ème} récolte ainsi par rapport au substrat 2 et substrat 3 qui représente respectivement Marc de café avec du carton et la sciure de bois, dont nous remarquons aussi que cet dernier le poids de 2^{ème} récolte et le plus élevé avec le substrat Marc de café et cartonne (21 g) et la sciure de bois (environ 16 g) est faible dans la 3^{ème} récolte avec les deux substrats.

1.3.5. Largeur de la tête de champignon *Pleurotus ostreatus*

La figure N°21 représente la largeur de la tête de champignon de Pleurotes d'huître (*Pleurotus ostreatus*) en cm cultivé dans les trois types de substrats à savoir : la paille de blé, Marc de café avec le carton et la sciure de bois.

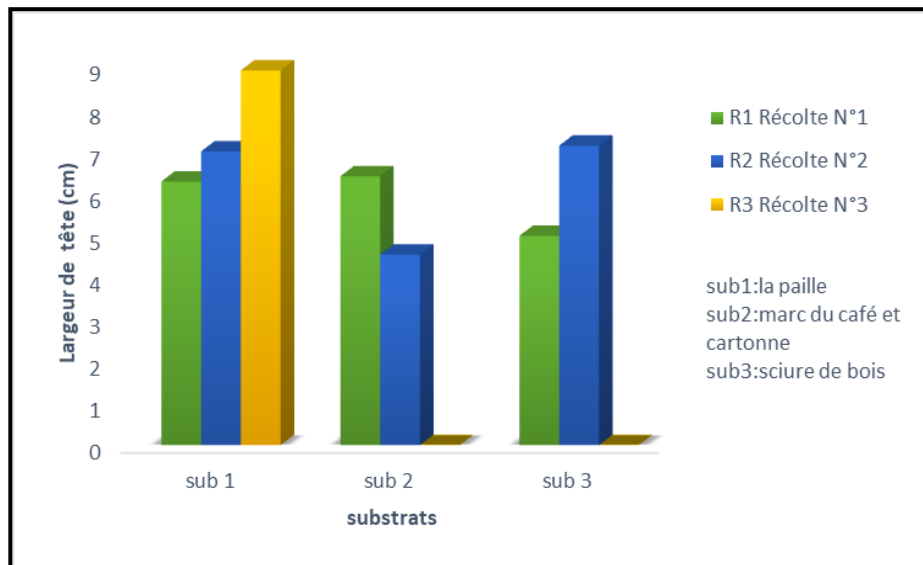


Figure N° 21: Largeur de la tête de champignon *Pleurotus ostreatus* en fonction de différents types de substrats

Selon la figure n°21 qui représente Largeur de la tête de champignon *Pleurotus ostreatus* en fonction de différents types de substrats nous constatons une variation marquée de la largeur moyenne de la tête de champignons *Pleurotus ostreatus* entre les trois substrats la paille, Marc de café avec le carton et la sciure de bois, dont nous enregistrons une grande largeur de la tête de *Pleurotus ostreatus* avec la paille (Substart1). OÙ, la 3^{ème} récolte présente la plus grande largeur moyenne de la tête de *Pleurotus ostreatus* avec une valeur de (environ 10 cm) par rapport aux deux autres récoltes (R2 et R3) avec même substrat.

En revanche, avec le substrat 2 (Marc de café avec le carton) la largeur de la tête de champignon *Pleurotus ostreatus* est grande dans la 1^{ère} récolte par rapport à la 2^{ème} récolte avec une moyenne de largeur de (7 cm). Par contre, la largeur de la tête de *Pleurotus ostreatus* est grande dans la 2^{ème} récolte par rapport à la 1^{ère} récolte avec une valeur de 8 cm avec la sciure de bois.

1.3.6. Longueur de la tige de champignon *Pleurotus ostreatus*

La hauteur en centimètres de la tige du champignon Pleurote d'huître (*Pleurotus ostreatus*) a été mesurée lors de trois récoltes distinctes (R1, R2, R3) en fonction de trois

types de substrats (sub 1, sub 2, sub 3), à savoir : la paille de blé, le marc de café avec le carton et la sciure de bois, ceci est représenté dans la figure suivante n° 22.

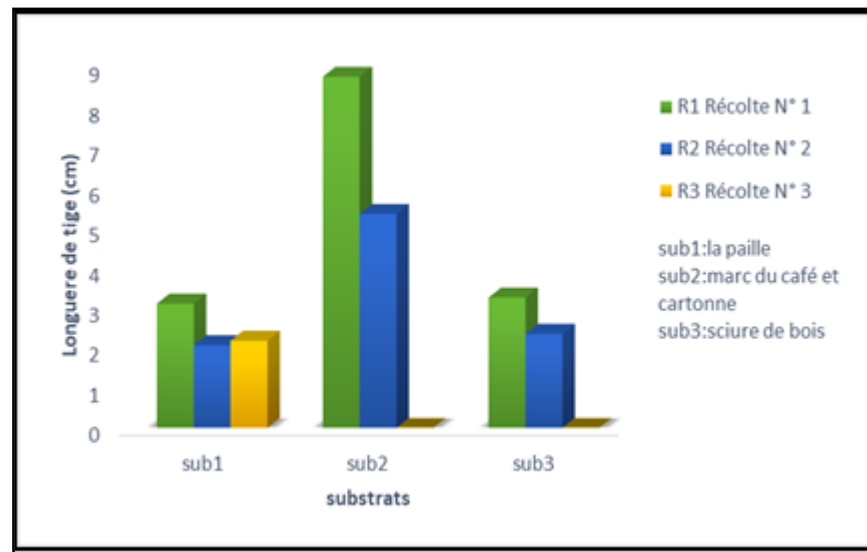


Figure N° 22 : Longueur de la tige de *Pleurotus ostreatus* en fonction de trois différents types de substrats

D'après la figure N°22 qui représente la longueur de la tige de *Pleurotus ostreatus* en fonction des substrats nous observons que la longueur de la tige de *Pleurotus ostreatus* est plus longue avec le substrats 2 qui représente Marc de café et cartonne avec la 1^{ère} récolte avec une longueur de (9,5cm) en comparant avec les deux autre substrats qui sont la paille et la sciure de bois où la longueur de tige de *Pleurotus ostreatus* enregistre une grande longueur avec la 1^{ère} récolte de *Pleurotus ostreatus* sur la paille et la sciure de bois montre une grande longueur de tige, avec des valeurs respectives de: (4cm, 4cm).

1. 4. Culture de champignon d'*Agaricus bisporus*

Une expérience a été réalisée pour cultiver *Agaricus bisporus* (champignon Parisien) sur un substrat de compost préparé à partir de fumier de cheval et de la paille, sous des conditions contrôlées à 25°C de température et 90% d'humidité pendant 3 semaines au niveau de l'université de Ghardaïa. Nous constatons après la période d'incubation des graines de champignon de paris avec le compost qui a duré (15jours) un envahissement d'un réseau mycélien sur le substrat de compost figure n°23.



Figure N° 23: Envahissement du Mycélium d'*Agaricus bisporus*
Après 15 jours d'incubation

Après une semaine de culture à une température de 20-25°C, le compost est devenu blanc, nous éparpillons ensuite la terre de gobetage de 4 cm d'épaisseur qui constitue d'un mélange de calcaire broyé (65-70 %) et de tourbe (30-35%) sur le compost et on le replace à présent pendant 8 à 10 jours à une température de 24-25°C avec le couvercle fermé, en l'arrosant régulièrement à l'aide d'un vaporisateur figure n°8. En revanche, aucun développement de primordia ou de corps fructifères d'*Agaricus bisporus* n'a été observé à la surface de la couche de gobetage qui est due à des conditions défavorables qui nous a rencontrées pendant la phase de gobtage et qui ont été changé subitement.



Figure N° 24: Etalement de terre de gobetage

Après l'application du gobtage, le champignon de Paris *Agaricus bisporus* n'a pas pu pousser et fructifier en raison des fluctuations de température et de la faible humidité résultant du manque d'irrigation, c'est-à-dire que l'humidité était inférieure à la valeur requise de 90 %.

1.5. Évolution de la contamination

Dans une autre voie, le compost a été préparé de la même manière que la première préparation, mais le temps a été réduit. Pendant le mélange arroser abondamment tout en forçant sur les parties sèches jusqu'à l'obtention d'une humidité avoisinant les 70%. Mettre le fumier en tas régulier. Une fois le tas terminé piétiné pour favoriser la fermentation, en laissant le tas fermenté pendant 3 jours. Après le 3^{ème} jour secouer et aérer le tas de fumier et remettre en tas comme précédemment jusqu'à le 3^{ème}. Au cours des retournes humidifier légèrement le fumier, si lis est sec. Après que le compost est prêt, nous procédons à sa stérilisation et à son ensemencement, jusqu'à ce qu'il soit entièrement colonisé par le mycélium.

Nous avons observé une contamination pendant la période d'incubation. Une moisissure de couleur verte a proliféré rapidement, couvrant une vaste portion du substrat. En effet, la propagation des filaments mycéliens blancs du champignon de Paris a été considérablement inhibée dans le compost.



Figure N° 25: Contamination du composte

2. Discussions

Les résultats ont prouvé l'efficacité de la croissance des Pleurotes forme d'huitre (*Pleurotus ostreatus*) sur divers substrats : paille, sciure et Marc de café mélangé avec du carton. Cela indique sa capacité à convertir les déchets agricoles en une source de nourriture pour son essor et sa progression, ainsi que l'essai de la culture des champignons de Paris dans le compost a échoué à plusieurs reprises.

Le mycélium de *Pleurotus ostreatus* et d'*Agaricus bisporus* a été cultivé sur un milieu PDA : Pomme de terre Dextrose-Agar au laboratoire de mycologie faculté Science de la vie et de la Nature université de Ghardaïa.

Selon (Hadj Hafsi et Boudiaf, 2022) et d'après la littérature scientifique, les résultats d'expérimentations menées à travers le monde sur un substrat de paille de blé pur révèlent que le rendement du champignon s'avère supérieur comparativement à l'utilisation d'un autre type de substrat ajouté au même environnement. Ce travail est en accord avec nos résultats, qui montrent un rendement très élevé avec le substrat de la paille, avec une valeur de (836 g/kg) en comparant avec les deux autres milieu de culture à savoir : Marc de café mélangé avec le carton ainsi la sciure de bois.

En outre que, FRCA Picardie et Cooperenergie (2008), trouve que la paille de blé fournit des minéraux tels que le potassium et le phosphore, tout en étant aussi une source d'alcalinité. Le rendement en pleurotes sur substrat de paille a été estimé à la valeur la plus élevée de 836 g/kg. Comme l'ont indiqué (Mansour-Benamar *et al.*, en 2013 et en 2014) la paille joue trois rôles essentiels : le premier consiste à structurer le substrat, favorisant ainsi la circulation de l'air à travers les chaumes et stimulant le développement de *Pleurotus*, un champignon aérobique, le deuxième point est sa grande capacité à retenir l'eau ($\approx 75\%$), ce qui en fait une source d'humidité pour le champignon et le troisième est nutritif en raison de sa forte teneur en minéraux.

En général, les pailles de céréales contiennent une grande quantité de composants pariétaux fortement incrustés de lignine et riches en minéraux, dont une portion est constituée de silice. Toutefois, elles sont peu riches en substances azotées et en graisses (Février et Willequet, 2009).

(Février et willequet, 2009) ont démontré aussi que la Composition chimiques de la paille de blé est composé d'une grande quantité de Hémicelluloses 31.7 %, Cellulose 40.8 %, de matière sèche qui contient la lignine 10%, Protéines 2.4 %, Cendre 5.9 %, Calcium 2.5 % et Phosphore 0.7%.

Fait référence à tous les résidus et copeaux générés par le processus de sciage du bois. Sa structure est poreuse et cellulaire, avec une biodiversité notable parmi les différentes essences d'arbres. Toutefois, la distinction majeure se fait entre les résineux (ou conifères) à bois doux (les Pinophyta) et les feuillus à bois dur (les Magnoliophyta) (Gandini & Belgacem, 2002).

En revanche, nous avons enregistré un taux de rendement élevé qui est de 623,3 g/kg avec le substrat de la sciure de bois, tandis que, (pitta *et al.*, 2020), ont trouvé que le rendement du pleurote (*Pleurotus ostreatus*) dans le substrat de sciure de bois a été estimé à 132,26 g/kg. Le bois est constitué de trois polymères naturels : la cellulose, la lignine et les hémicelluloses, dans des proportions approximatives de 50%, 25% et 25%. Ces ratios peuvent toutefois varier en fonction de l'espèce considérée et d'autres facteurs biologiques comme les variations génétiques intraspécifiques et les conditions environnementales de croissance. La cellulose et les hémicelluloses sont des polymères d'hydrates de carbone qui se forment à partir de molécules de monosaccharides ou oses (sucres simples), alors que la lignine est un polymère dérivé du phénylpropane (Browning, 1963).

Il a été estimé que la production de pleurotes sur substrat de Marc de café et en cartonne était plutôt faible 104g/kg et ces résultats sont conformes avec l'étude de (Mansour-Benamar *et al.*, 2013), qui a démontré que la culture du *Pleurotus ostreatus* sur le Marc de café pouvait être effectuée avec une technologie simple accessible à beaucoup, il est cependant important de noter que les rendements obtenus restent inférieurs à ceux observés dans d'autres recherches sur la culture des Pleurotes. Par exemple, (Velazquez-Cedeño *et al.*, 2002) ont réussi à produire environ 1250 g de champignon frais (*Pleurotus ostreatus*) par kg (sec) de pulpe de café, un rendement typique pour les exploitations commerciales.

Les polysaccharides représentent les composants les plus abondants dans le marc de café, comprenant principalement la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Il contient une quantité notable de protéines, cependant sa forte teneur en lignine pourrait entraver son utilisation (Mansour-Benamar, 2016). Et que le Marc de café composé

une grande quantité de Hémicellulose estimé de 39,90 g/100g de matière sèche, le carbone 47,18, la lignine 23,90, Protéines 17,44, cellulose 12,40 et contient petite quantité des lipides 2,29, azote 2,79, cendres 1,30.

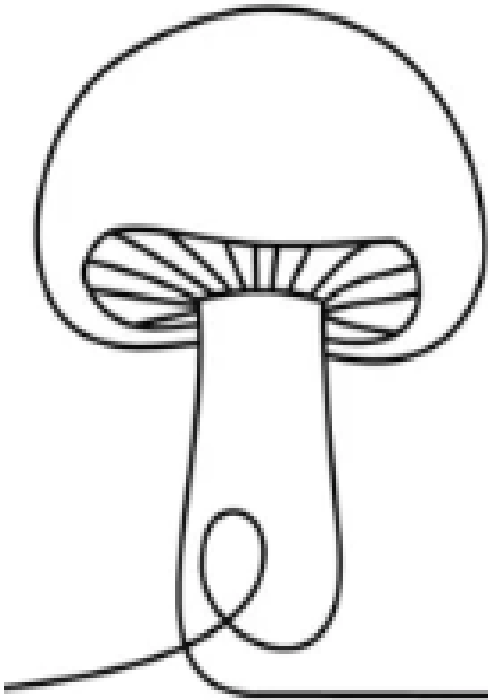
Selon notre travail, le meilleur rendement pour la production de pleurotes a été enregistré sur un substrat de paille, estimé à 836 g/kg. Ceci est dû à ses composants chimiques, dont se nourrit le pleurote. Il présente la teneur la plus élevée en hémicellulose, estimée à 31,7 %, et en cellulose, à 40,8 %. Il est également riche en minéraux.

Le substrat de sciure de bois se classe en deuxième rang en termes de rendement moyen, estimé à 132 g/kg. Ce rendement est dû à sa teneur en cellulose et en hémicellulose et la lignine. La sciure de bois retient également l'eau, fournissant ainsi l'humidité nécessaire aux pleurotes.

Le Marc de café avec le carton sont considérés comme des substrats peu productifs pour les pleurotes, avec un rendement estimé à 104 g/kg. Cela s'explique par la faible teneur en cellulose du Marc de café (12,4 g/100 g) et en cendres (1,3 g/100 g).

Le substrat de Marc de café avec du carton a une faible capacité à retenir l'humidité et les températures et l'humidité de la salle de culture des Pleurotes peuvent entraîner des variations dans la fructification des Pleurotes dans chaque substrat.

D'après nos travaux, En dépit de multiples essais, la culture des champignons de Paris (*Agaricus bisporus*) n'a pas réussi car y avait beaucoup de cause qui sont due au changement de température et l'arrêt de l'arrosage subitement après l'envahissement du mycélium dans le substrat et mettre une couche de gobtage. En revanche dans d'autre essai l'échec de l'envahissement du mycélium dans le substrat pourrait être concerné la technique de préparation du substrat ou de sa stérilisation, qui n'a pas été adéquate. Effectivement, la majorité des échantillons ont montré une contamination verte attribuée à des champignons concurrents. Il est probable que les variations d'humidité et de température aient également entraîné l'arrêt de la propagation du mycélium dans l'échantillon sain où nous avons placé le terreau



Conclusion

Conclusion

La culture des champignons comestibles Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) et Parisiens (*Agaricus bisporus*) est caractérisés par trois étapes de base, depuis la reproduction du mycélium jusqu'à la formation des fruits. Le premier niveau de la culture est la croissance en prolifération du mycélium, sur un substrat microbiologique convenable, dans ce cas le milieu PDA, riche en nutriments, qui favorise le mycélium à s'alimenter et à se développer.

Le blanc de champignon est ensuite cultivé en plaçant le mycélium obtenu dans un substrat cellulosique (Blé, Orge...) pré-stérilisé pour favoriser sa reproduction et donnant naissance à des graines sporulées (appelées semences). La troisième étape concerne les substrats, à cet effet, différents substrats cellulosiques locaux et économiques pour les Pleurotes ont été choisis : paille de blé, Marc de café mélangé avec du carton, sciure de bois. Pour le champignon de Paris *Agaricus bisporus*, son substrat a été préparé, qui est du compost. Dont, ce dernier est composé d'un mélange de fumier de cheval et de paille pendant vingt-cinq jours.

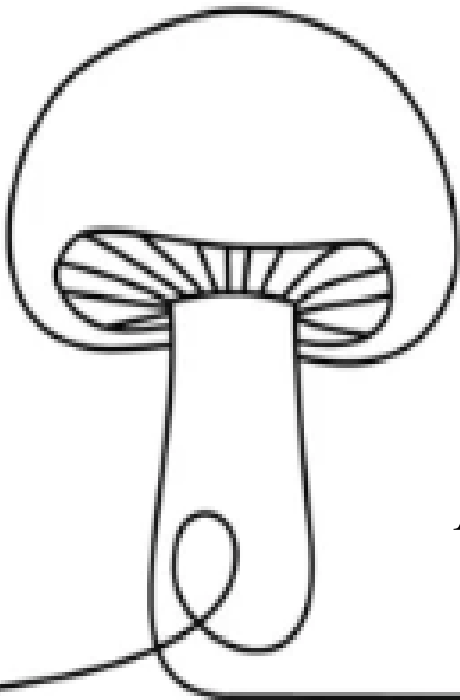
En outre, La quatrième étape consiste à stériliser les substrats et à cultiver les champignons d'huître *Pleurotus ostreatus* dans trois types de substrats : la paille de blé, Marc de café mélange au cartonne, sciure de bois. Par contre, les champignons de Paris *Agaricus bisporus*, ont été cultivés dans un compost préparé à la faculté des Sciences et Science de la Nature université de Ghardaïa selon des conditions de température et d'humidité spécifiques, en contrôlant la stérilisation.

Le résultat de la fructification du champignon de Pleurotes forme d'huître *Pleurotus ostreatus* dans les substrats sélectionnés : la paille de blé, Marc de café mélange avec le carton, sciure de bois a été mesure, le poids et la taille ont été comparés dans chaque substrat.

Nous déduisons que, le meilleur substrat pour les Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*) en termes de rendement est le substrat de la paille, qui a été évalué à 83%, puis en deuxième place est le substrat de sciure avec 62%, par contre le substrat de Marc de café avec du carton marque un rendement très faible en comparant avec les deux autres substrats. La culture des champignons "Parisiens a échoué en raison des conditions de culture défavorables que nous avons rencontrées après la réussite de la phase d'incubation du mycélium dans le substrat préparé.

L'étude confirme l'importance du choix d'un substrat à composition riche pour la production de champignons car c'est leur source alimentaire.

Nous recommandons aux étudiants, chercheurs et investisseurs intéressés par le domaine agricole, en particulier la culture des champignons, de se concentrer sur le choix des espèces adaptées aux conditions climatiques locales, ainsi que sur une analyse approfondie de la composition du substrat à base de résidus agricoles disponibles localement, en raison de leur impact direct sur la qualité et le rendement de la production. L'analyse de l'environnement concurrentiel constitue également un facteur essentiel pour comprendre le positionnement du projet sur le marché et identifier les opportunités d'amélioration. Il est également conseillé d'explorer des approches innovantes visant à améliorer l'efficacité et la durabilité de la production, notamment à travers le recyclage et l'optimisation des substrats, en accord avec les principes de l'agriculture durable.



Références bibliographiques

Référence bibliographiques

1. Baba ahmed, abdel malek, 2014. *Le cycle de reproduction des champignons* [dessin en ligne]. In : *les thallophytes : les champignons* [en ligne]. 26 novembre 2014. [consulte le 05 janvier 2025]. Disponible a l'adresse : <https://ecologieenvironnement.blogspot.com/2014/11/les-thallophytes-les-champignons.htm>
2. Barros, l., baptista, p., correia, d. M., casal, s., oliveira, b. Et ferreira, i. C. F. R., 2007a. Fatty acid and sugar compositions and nutritional value of five wild edible mushrooms from northeast portugal. In : *food chemistry*. Vol. 105, p. 140–145.
3. Bazine, h., laraicia, k. Et oumeddour, a., 2023. *Collaboration a la mise en culture des champignons consommables et commercialisation*. Memoire de master en sciences alimentaires. Guelma : universite 8 mai 1945 guelma.
4. Bendahib, leila et moussaoui, mohamed karim, 2023. *Culture des champignons comestibles agaricus bisporus et pleurotus ostreatus*. Memoire de master. Medea : universite yahia fares de medea.
5. Bouchenga, abdelhafid et laama, mohammed oussama. Enquête sur les pratiques de défense chez les agriculteurs dans la wilaya de ghardaïa. Mémoire de master en protection des végétaux. Université de ghardaïa, faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, département des sciences agronomiques, 2024.
6. Breuil, m., 2009. *Biologie, 2eme annee bcpst-veto*. Paris : tec et doc, lavoisier, 818 p.
7. Browning, b.l., 1963. *The chemistry of wood*. New york : interscience.
8. Buyck, bart et polese, jean-marie, 2013. *Le petit traite rustica des champignons*. Paris : édition rustica.
9. Buyck, bart et polese, jean-marie, 2013. *Le petit traite rustica des champignons*. Paris : éditions rustica, p. 15–16.
10. Carlile, m.j., watkinson, s.c. Et gooday, g.w., 2001. *The fungi*. 2e éd. [lieu d'édition non précisé] : academic press.

11. Chang, r., 1996. Functional properties of edible mushroom. In : *nutrition reviews*. Vol. 54, p. 91–93.
12. Decrouy, antoine, 2022. *La reproduction des champignons* [en ligne]. 12 janvier 2022. [consulte le 22 fevrier 2025]. Disponible a l'adresse : <https://www.projetecolo.com/la-reproduction-des-champignons-489.html>
13. Eyi ndong, hugues calixte, 2013. *Étude des champignons de la foret dense humide consommes par la population du nord du gabon*. These de doctorat, dea sciences alimentaires. Gabon : faculte des sciences agronomiques de gembloux, universite catholique de louvain.
14. Eyi ndong, hugues, dégrée, jerome et de kesel, andre, 2011. *Champignons comestibles des forets denses d'afrique centrale : taxonomie et identification*. Vol. 10. Gabon, p. 46.
15. Fernand, n., 1984. *Les champignons*. Paris.
16. Février, c.a. Et willequet, f., 2009. Valorisation par l'alimentation animale. In : moletta, rene (ed.), *le traitement des dechets*. Paris : éditions tec & doc, lavoisier.
17. Frca picardie et cooperenergie, 2008. *Exporter des pailles sans risque pour l'etat organique des sols : guide de decision a la parcelle*. Agro-transfert, arvalis, inra, Idar, chambres d'agriculture de picardie, 12 p.
18. Futura-sciences, 2018. *Les champignons comestibles*. In : *futura-sciences* [en ligne]. [consulte le 8 janvier 2025]. Disponible a l'adresse : <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-notre-guide-champignons-1358/page/3/>
19. Gandini, a. Et belgacem, m.n., 2002. La chimie des substances renouvelables. In : *l'actualite chimique*, n° 11–12, p. 6–14.
20. Gevry, m., simard, d. Et roy, g., 2009. *Champignons comestibles du lac-saint-jean*. Édition foret modele du lac-saint-jean, canada.
21. Guide des champignons, s.d. *Cycle de vie d'un champignon* [en ligne]. [consulte le 27 fevrier 2025]. Disponible a l'adresse : <https://www.guidedeschampignons.com/cycle-de-vie-dun-champignon>

22. Gunawardena, d. Et al., 2014. Anti-inflammatory effects of five commercially available mushroom species. In : *food chemistry*, vol. 148, p. 92–96.
23. Hadj hafsi, n. Et boudiaf, w., 2022. *Valorisation d'un substrat agro-industriel par la culture d'une souche de champignon comestible du genre pleurotus*. Memoire de master. M'sila : universite mohamed boudiaf.
24. Jennings, d.h. Et lysek, g., 1996. *Fungal biology: understanding the fungal lifestyle*. Bristol : bios scientific publishers.
25. Kernaghn, g. Et harper, k.a., 2001. Community structure of fungi across alpine/subalpine ecotone. In : *ecography*, vol. 24, p. 181–188.
26. Khreisat, a., hadidi, m. Et al-hamed, b., 2010. *Culture et production champignons oyster*. Centre national de recherche et de vulgarisation agricoles, 117 p.
27. Lamaison, jean-louis et polese, jean-marie, 2006. *Encyclopedie visuelle des champignons*. Paris : artemis, p. 9.
28. Laurent, patrick, 2015. *Les champignons de france : 300 especes decouvrir, identifier, ramasser*. France : editions sud ouest, 189 p.
29. Lemoine, c., 2015. *Le nouveau guide des champignons*. Rennes : ouest-france.
30. Mansour-benamar, m. Et al., 2013. Valorisation du marc de cafe brut. In : *comptes rendus biologiques*, vol. 336, n° 8, p. 407–415.
31. Mansour-benamar, m., 2016. *Valorisation des residus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestibles du genre pleurotus*. These de doctorat. Tizi-ouzou : universite mouloud mammeri.
32. Mansour-benamar, m., aoudia, s. Et ammar-khodja, n., 2014. Valorization of coffee-grounds with wheat straw by cultivation of a pleurotus ostreatus strain. In : *mushrooms: cultivation, antioxidant properties and health benefits*. New york : nova, p. 227–242.
33. Marta, l. Et wojciech, r., 2012. Anticancer properties of polysaccharides. In : *wspolczesna onkol.*, 16(4), p. 285–289.

34. Maublanc, a., 1976. *Les champignons comestibles et veneneux*. 6^e ed. Paris : le chevalier, 107 p.
35. Mesfek, f., 2014. *Étude écologique et taxonomique des champignons forestiers...* Memoire de magistere. Oran : universite d'oran es-senia.
36. Monnier, g. Et courtecuisse, r., 1997. *Guide de poche des champignons*. Paris : delachaux et niestlé, 88 p.
37. Muszyńska, b. Et al., 2018. Anti-inflammatory properties of edible mushrooms. In : *food chemistry*, vol. 243, p. 373–381.
38. Navarro rodriguez, ana maria del pilar, 2014. *Adaptation des temperatures elevees du champignon de paris*. These de doctorat. Bordeaux : universite de bordeaux.
39. Oei, p., 1993. *La culture des champignons*. Collection « le point sur ». Ministere français de la cooperation, cta, 320 p.
40. Ouldhdidi, o., belbali, l. Et aïssaoui, f., 2022. *Contribution a l'inventaire....* Memoire de master. Universite ahmed draïa - adrar.
41. Pitta, b. M., adjessi, g. G., tiébré, m. S., 2020. Developpement de la culture... in : *journal of agriculture and veterinary science*, p. 8–14.
42. Rapior, sylvie et ramon, melanie, 2018. *Morphologie des champignons a formes classiques* [en ligne]. [consulte le 03 fevrier 2025]. Disponible a l'adresse : <https://www.researchgate.net/figure/morphologie-des-champignons-a-formes-classiques>
43. Reis, f. S., barros, l., martins, a., ferreira, i. C. F. R., 2012. Chemical composition and nutritional value... in: *food and chemical toxicology*, vol. 50, p. 191–197.
44. Sehad, k. Et moussaoui, c., 2020. *Epidemiologie des mycoses superficielles*. These de doctorat. Tizi-ouzou : universite mouloud mammeri.
45. Senn-irlet, b. Et al., 2012. *Protéger et favoriser les champignons*. Notice pour le praticien, n° 49. Birmensdorf, suisse, 12 p.
46. Sicard, m. Et lamoureux, y., 2006. *Connaitre, cueillir et cuisiner les champignons sauvages du quebec*. Quebec : éditions fides, 365 p.

47. Simon, l. Et al., 1993. Origin and diversification of endomycorrhizal fungi... in : *nature*, vol. 363, p. 67–69.
48. Singh, r. Et dubey, a.k., 2015. Endophytic actinomycetes... in : *indo global journal of pharmaceutical sciences*, vol. 5, p. 106–116.
49. Smith, s.e. Et read, d.j., 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Cambridge: academic press, 605 p.
50. Sourzat, p., mallet, j.-f. Et haller, m., 2005. *La truffe*. Avignon : aubanel.
51. Van nieuwenhuijzen, bram, 2007. *Culture a petite echelle de champignons - agaricus et volvariella* [en ligne]. Wageningen : fondation agromisa et cta, 86 p.
52. Velázquez-cedeño, m. A., mata, g. Et savoie, j. M., 2002. Waste-reducing cultivation of pleurotus... in : *world journal of microbiology and biotechnology*, vol. 18, p. 201–207.