



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة1
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie ,Option : Mycologie et Biotechnologie fongique

Intitulé :

Multiplication de six variétés de champignons comestibles sur déchets agro-alimentaires

Présenté et soutenu par : HAMRAOUI Randa

Le : / /2020

ZID Hizia Meroua

Jury d'évaluation:

Présidente : Mlle. ABDELAZIZ Wided

M.C.B. UFM Constantine1

Encadreur : Mr. DEHIMAT Laid

Professeur. UFM Constantine1

Examinatrice : Mme. ALMI Hiba

MCB. UFM Constantine1

Année universitaire 2019 – 2020

Remerciements

*Nous tenons à adresser nos vifs remerciements en premier lieu à notre encadreur **Mr. Dehimat L** ;*

Doyen de la faculté des sciences de la nature et de la vie, de nous avoir permis d'accomplir et de finaliser ce travail.

*Nous remercions également **Dr .Almi H** ; qui nous a aidé tout au long de mémoire, aussi pour sa gentillesse et son soutien, ses conseils et ses encouragements pour le mener à bien.*

Nous voudrions également remercier l'ensemble des membres de jury pour nous avoir fait l'honneur de leur présence.

Dédicaces

Je tiens à exprimer toute ma gratitude a mes chers parents pour leur tendresse, leur aide et leur confiance .Puisse Dieu, vous accorde santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mes chers frères et ma sœur pour tout ce qu'ils représentent pour moi.

A mes chères cousines Ines et Sabrina pour leur encouragement.

A mon binôme Randa pour la bonne entente et sa sympathie.

Et enfin, a tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Dédicaces

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

Mes chers parents Mon père et Ma mère

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur
encouragement indéfectible.*

J'espère être à la hauteur de leurs sacrifices.

A Ma soeur et Mon frère

Avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite

Mes amies Sirine, Aya et Sara

pour tous les bons moments que nous avons partagés

A Ma chère binôme Meroua

*je souhaite que l'amitié que nous a réunie persiste pour
toujours et que nous arrivions à réaliser nos rêves*

***A toute personne qui partage l'amour avec moi de près
ou de loin***

Randa

Sommaire

➤ Liste des tableaux	
➤ Liste des figures	
➤ Introduction.....	01
➤ Revue bibliographique	03
I. Les champignons comestibles	03
I.1. Description.....	03
I.2. Biologie des champignons comestibles.....	03
1.2.1. Le mycélium.....	03
1.2.2. Le carpophore.....	04
I.3. Les modes nutritifs des champignons comestibles.....	04
a) Les saprophytismes.....	04
b) Les parasites.....	05
c) Les symbiotiques.....	05
I.4. Mode de reproduction des champignons comestibles	05
I.5. Culture des champignons comestibles	07
I.6. Modes de conservation des champignons.....	07
1.6.1. La dessiccation.....	07
1.6.2. La congélation(Conservation d'environ 6 mois).....	07
1.6.3. Une transformation en marinade.....	08
2. Quelques espèces des champignons comestibles: Pleurote et Reishi.....	08
2.1.Le genre <i>Pleurotus</i>	08
2.1.1. Généralité.....	08
2.1.2. Classification des pleurotes.....	08
2.1.3. Cycle biologique de pleurote.....	09
2.1.4. Intérêt de pleurote	09
➤ Propriétés médicinales.....	09
➤ Utilisations culinaires.....	10
➤ Valeur nutritionnelle.....	10
2.1.5. Les différents espèces de pleurotes.....	10
a) Pleurote en huitre.....	10
➤ Description	11
➤ Classification	12
➤ Activités biologiques	12
b) Pleurote jaune	13
➤ Description	13
➤ Classification	14
c) Pleurote rose.....	14
➤ Description.....	15
➤ Classification.....	15
d) Pleurote en corne d'abondance.....	16
➤ Description	16

➤ Classification	17
e) Pleurote du Panicaut.....	18
➤ Description	18
➤ Classification	19
➤ Propriété pharmacologique.....	19
2.2.L'espèce Ganoderma lucidum (Reichi).....	20
2.2.1. Habitat	20
2.2.2. Description	20
2.2.3. Classification	21
2.2.4. Activités biologiques.....	21
➤ Matériel et Méthodes	
1. Matériel.....	23
1.1 .Les souches des champignons	23
1.2. Le milieu de culture PDA (Pomme de terre Dextrose Agar).....	23
1.3. Le substrat de culture	24
1.3.1. Substrat du blanc	24
1.3.2. Substrat de lardage (substrat de fructification).....	24
➤ Le marc de café	24
➤ La Paille de blé.....	25
2.Méthodes	26
2.1.Culture du mycélium et conservation	26
2.1.1.Réactivations des souches	26
2.1.2. Repiquage des souches	26
2.2.Culture du blanc (Semences)	27
2.2.1.Préparation du substrat	27
2.2.2. Inoculation et incubation	28
2.3.Culture du fructification	29
2.3.1.Préparation de substrat	29
2.3.2.Remplissage des sacs (Lardage)	31
2.3.3.La fructification	32
2.4.La récolte	32
➤ Résultats	
1. Culture du mycélium sur le milieu PDA	33
2. Culture du blanc (Semences).....	36
3. Culture du fructification.....	37
3.1.Développement du mycélium	37
3.2.Fructification.....	39
4. La récolte	41
➤ Discussion.....	42
➤ Conclusion et perspectives.....	43
➤ Références bibliographiques.....	44

➤ **Annexes**

➤ **Résum**

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification des champignons du genre <i>Pleurotus</i>	09
Tableau 2: Classification de pleurote en huitre	12
Tableau 3: Classification de <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	14
Tableau 4: Classification de <i>Pleurotus djamr</i>	15
Tableau 5: Classification de <i>Pleurotus cornucopiae</i>	17
Tableau 6: Classification de <i>Pleurotus eryngii</i>	19
Tableau 7 : Classification du <i>Ganoderma lucidum</i>	21
Tableau 08: Aspect macroscopique de différentes souches réactivées sur milieu PDA.....	33
Tableau 09: Développement du blanc sur la paille du blé et le Marc de café.....	38

Liste des figures

Figure 01 : Anatomie de deux types des champignon comestible.....	03
Figure 02 : Mode de reproduction des Basidiomycetes.....	06
Figure 01 : Pleurote en forme d'huitre	11
Figure 02 : Pleurote jaune.....	13
Figure 05 : Pleurote rose.....	14
Figure 03 : Pleurotr en corne d'abondance	16
Figure 07 : Pleurote de panicaut	18
Figure 08 : Reishi	20
Figure 09 : Préparation de milieu PDA	23
Figure 10 : Grains d'orges utilisés pour la préparation du blanc.....	24
Figure 11 : Marc de café collecté.....	25
Figure 12 : Paille de blé.....	25
Figure 13 : Réactivation des souches fongiques comestibles.....	26
Figure 14 : Ebullition d'orge.....	27
Figure 15 : Préparation d'orge de blanc.....	28
Figure 16 : Transfert de caré de l'inoculum dans les erlenes.....	28
Figure 17 : Etapes de préparation de la paille.....	29
Figure 18 : Teste de pression pour vérification d'humidité.....	30
Figure 19 : Préparation du marc de café.....	30
Figure 20 : Lardage en couche sur la paille de blé.....	31
Figure 21 : Lardage en couche sur le marc de café	31
Figure 22 : Vitesse de croissance mycélienne sur milieu PDA	35
Figure 23 : Apparence du mycélium fongique après 15 jours d'incubation : a) mycélium de <i>Pleurotus citrinipileatus</i> ; b) mycélium de <i>Pleurotus ostreatus</i> ; c) mycélium de <i>Pleurotus cornucopiae</i> ; d) mycelium de <i>Pleurotus djamor</i> ; e) mycelium de <i>Ganoderma lucidum</i> ; f) mycelium de <i>Pleurotus eryngii</i>	36
Figure 24 : Evolution de poids frais du blanc de chaque souche	37

Figure 25: Développement de fruit de différents souches :(a) *Pleurotus ostreatus*; (b)*Pleurotus citrinopileatus* ;(c)*Pleurotus cornucopiae* ;(d)*Pleurotus eryngii* (e)*Pleurotus djamor* ;(f)*Ganoderma lucidum*40

Figure 26 : Récoltes du *Pleurotus* : a) *Pleurotus eryngii* ; b) *Pleurotus citrinopileatus*; c) *Pleurotus ostreatus*.....41



Introduction

La mycologie est l'étude des champignons et les mycologues sont les personnes qui effectuent ces études. De nouvelles méthodes de recherche ont considérablement augmenté la connaissance de la nature fondamentale des champignons. Une partie de cette recherche s'est concentrée sur des champignons qui causent des maladies aux plantes. La recherche sur les champignons comestibles s'est concentrée sur un petit groupe d'espèces qui est commercialement cultivé (**Kirk et al., 2001**).

Il y a presque cent espèces de champignons qui peuvent être cultivés. Tous sont saprophytes. *Agaricusbisporus*, *Lentinulaedodes* et *Pleurotusspp.* dominent les marchés commerciaux, (**Chang, 1999**).

Les espèces principales de culture sont cultivées sur une variété de substrats organiques, incluant les déchets de la production de coton, de café, de sciure de bois et de la paille... Des technologies sont bien établies et des industries de champignon à succès ont été établies dans beaucoup de pays, elle offre des bénéfices sur le plan économique, alimentaire et sanitaire.

Les champignons du genre *Pleurotus* forment un groupe de champignons comestibles à haute valeur nutritive, une croissance facile et rapide sur le substrat et un bon développement dans des conditions rustiques. Il est facilement cultivé dans une grande variété de résidus agricoles, comme les pailles (blé, orge...), l'herbe, la sciure de bois, la coquille de noix de coco, la graine de maïs, la bagasse de canne à sucre et d'autres de nature organique. Cet excellent développement est dû à la production de certaines enzymes lignocellulosiques qui permettent une dégradation facile de la lignine et de la cellulose du bois, ainsi que d'autres substrats végétaux utilisés pour cette culture particulière (**Capelari, 1996**).

L'espèce *Ganoderma lucidum* connue sous le nom de Reishi et Lingzhi, a une composition chimique très variée. Les métabolites bioactifs, sécrétés par ce genre de champignon sont variés et portent plusieurs propriétés pharmacologiques intéressantes : antitumoral, immun modulateur, hypoglycémique, anti-inflammatoire, hépato-protecteur et hypolipidémiant.

Vue ces particularités très intéressantes, l'objectif de cette étude porte sur la multiplication de quelques espèces de champignons comestibles du genre *Pleurotus*, ainsi que l'espèce *Ganoderma lucidum* et ceci sur différents substrats cellulitiques issus de déchets agro-alimentaires, pour ce faire notre travail est réparti en trois parties essentielles:

1. Une première partie qui porte sur une synthèse bibliographique représentant les informations essentielles sur les champignons comestibles d'une manière générale et aux espèces sujet d'étude d'une manière plus précise (description, classification, propriétés...);
2. La deuxième partie de ce modeste travail illustre le matériel, les méthodes utilisées pour la production du mycélium, la production de graines, la fructification, la récolte et les résultats obtenus après un seul essai ;
3. Enfin, une conclusion qui résume l'ensemble des résultats obtenus et les perspectives.



*Revue
bibliographique*

1. Les champignons comestibles

1.1. Description

Les champignons comestibles sont des champignons que l'on peut manger, car contrairement aux champignons toxiques, leurs consommations ne forment pas un risque pour la santé.

En revanche tous les champignons comestibles ne sont cependant pas mangeables, c'est-à-dire que certains champignons non toxiques ne sont pas bons et ceci pour le critère gustatif.

Selon la FAO, nous consommons environ un millier d'espèces différentes de champignons (Gévry et al. ,2009).

1.2. Biologie des champignons comestibles

On distingue deux composantes chez le champignon comestible : la partie végétative appelée « **Mycélium** » et la partie reproductrice appelée « **le carpophore** » (Figure 1).

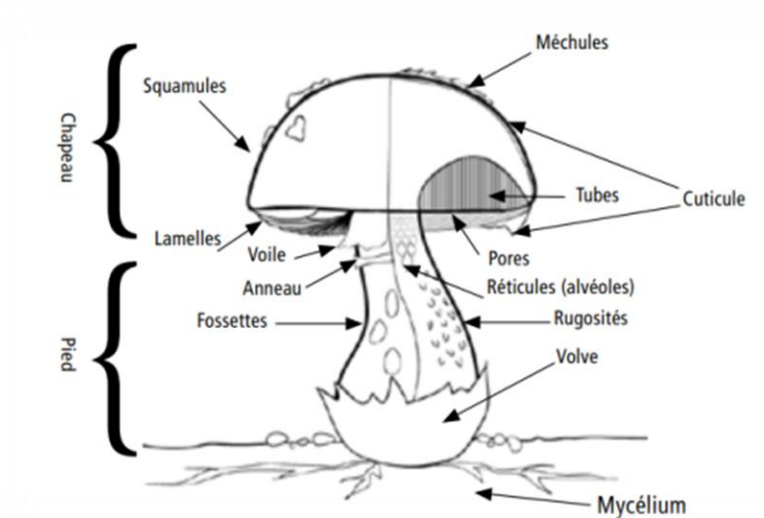


Figure 1: Anatomie de deux types des champignons comestibles.

1.2.1. Le mycélium

Le Mycélium est formé de filaments souvent blanchâtres appelés « **hyphes** », est la partie souterraine de l'organisme que l'on retrouve dans l'humus, le sol minéral ou le bois pourri par exemple (Gévry et al. ,2009).

1.2.2. Le carpophore

Il est la partie externe du champignon qui assure la reproduction de l'organisme par la libération de millions de spores. Étant donné que la récolte du carpophore n'entraîne pas la destruction du mycélium, les champignons sont considérés comme une ressource renouvelable (Gévry *et al.*, 2009).

Le carpophore contient plusieurs composants, qui sont (Roger, 1981; Romagnesi, 1995; Gévry *et al.*, 2009; Bâ *et al.*, 2011; Eyi Ndong *et al.*, 2011):

- Hyménophore : c'est la partie fertile du champignon où se trouvent les spores, elle peut présenter des lames, des pores ou des aiguillons qui dépendent de la famille de champignons : les champignons à lames, à tubes, à aiguillons, à plis et enfin les champignons qui ont une forme particulière (annexe01).
- Chapeau: il est caractérisé par plusieurs formes (convexe, conique, ombiliqué...), plusieurs hauteurs et diamètres, couleur, marge (lisse, enroulée, ondulée...), plusieurs revêtements et la topographie du chapeau (écailleux, granuleux, fibrilleux...) (annexe01).
- Pied ou Stipe: aussi le stipe comporte une variété de forme, de couleur, de longueur, de diamètre (à la base, au milieu et au sommet si sa forme est variable), de consistance, présence d'anneau et son emplacement, présence d'éléments détectifs provenant du voile général ou du voile partiel, mode d'attachement au chapeau ainsi que structure interne et revêtement (annexe01).
- Chair: elle est caractérisée par sa couleur, sa consistance et sa texture.

1.3. Les modes nutritifs des champignons comestibles

Les champignons sont des organismes hétérotrophes dont la nutrition carbonée est dépendante de la présence de matières organiques préformées, ce qui conditionne, suivant les circonstances, leur vie saprophytique, parasitaire ou symbiotique.

1.3.1. Les saprophytismes

Dans ce mode, les champignons dégradent la matière organique morte ou en décomposition afin de prélever les éléments minéraux essentiels. Ils jouent un rôle très importants dans le recyclage des matières mortes comme les débris des végétaux et des animaux (Gévry *et al.*, 2009 ; Agrodok , 2007).

1.3.2. Les parasites

Les champignons parasites se nourrissent à partir de la matière vivante animale ou végétale (**Sicard et Lamoureux, 2006**). Ils vivent sur ou dans le corps d'un hôte. Le parasite va profiter de son hôte, sans rien donner en échange, puisque ce dernier va lui permettre de se nourrir, de s'abriter et de se reproduire (**Klorane., 2010**).

1.3.3. Les symbiotiques

Le dernier groupe de champignons préfèrent la symbiose ou le mutualisme, qui représente une association avec un végétal autotrophe, chacun des deux organismes tirant profit de cette association. La symbiose permet parfois de créer des êtres nouveaux, comme les lichens ou les mycorhizes (**Raven et al., 2000 ; Marouf et Reynaud ,2007**).

1.4. Mode de reproduction des champignons comestibles

Les champignons se reproduisent par des spores, selon un mode asexué et/ou sexué. Celui des Basidiomycètes est sexué, il est illustré dans la figure 2.

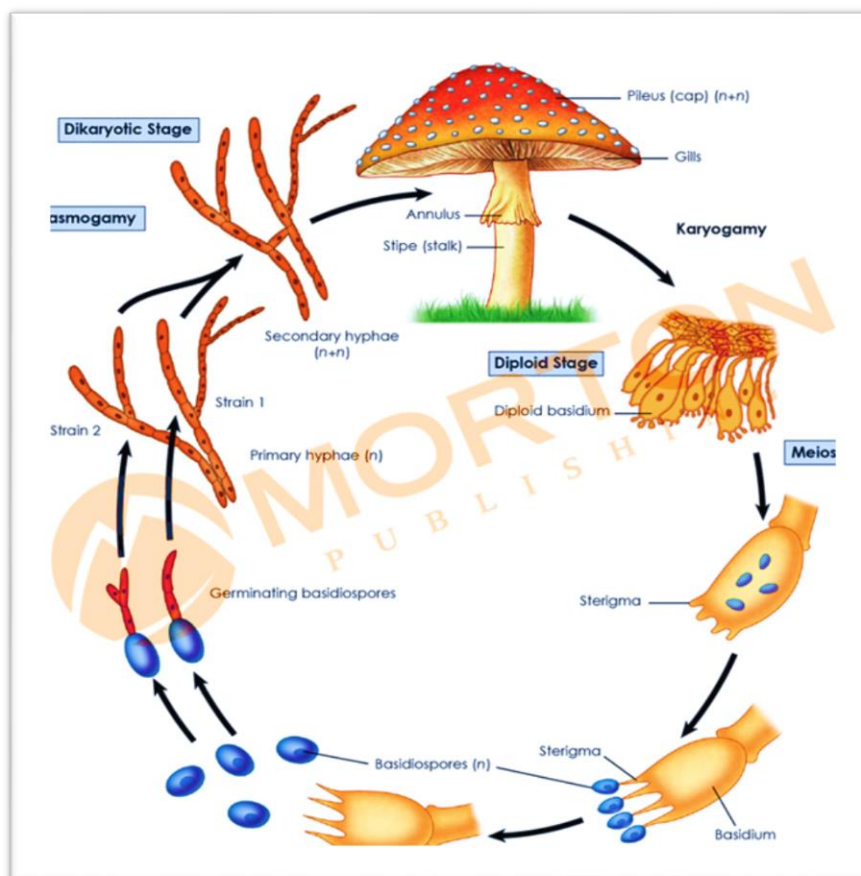


Figure 2: Mode de reproduction des Basidiomycetes

La structure habituelle de ces champignons est constituée d'un stipe et d'un chapeau ou carpophore. L'hyménium où des lamelles peuvent être disposées en rayons sous l'envers du chapeau. La surface des lamelles est tapissée de basides en forme de masses. Quand une basidiospore atterrit dans un milieu propice, elle germe et produit des hyphes qui pénètrent dans le sol. Ces hyphes se développent et forment un mycélium haploïde.

Le mycélium comprend différents types reproductifs. Lorsque deux mycéliums se rencontrent leurs hyphes fusionnent. Un nouveau mycélium se forme. Chaque cellule contient un noyau haploïde qui provient de chacun des types reproductifs.

Après un certain temps des boutons de masses compactes d'hyphes se forment à la surface du sol. Le bouton se transforme en champignons.

À l'intérieur de chaque baside, les noyaux haploïdes s'unissent pour former une cellule diploïde. La méiose se produit, et quatre noyaux haploïdes se forment. Chaque noyau devient une basidiospore.

Une fois les basidiospores parvenues à maturité, elles se détachent des basides et sont dispersées par le vent vers des nouveaux milieux (Blandeau E., 2012).

1.5. Culture des champignons comestibles

Le nombre de champignons qui peuvent être cultivés est environ 100 espèces (Boa, 2006). La plupart sont des saprophytes tels que le champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), les pleurotes (*Pleurotus ostreatus*), le shiitaké (*Lentinula edodes*), l'oreille de Judas (*Auricularia auricula-judae*), la pholiote du peuplier (*Agrocybe cylindracea*), la strophaire (*Stropharia rugosoannulata*), des coprins (*Coprinus comatus*), la volvaire asiatique (*Volvariella volvacea*), la pholiote asiatique (*Pholiota nameko*) et de nouvelles espèces récemment introduites à grande échelle (*Flammulina velutipes*, *Lepista nuda*). Les principales espèces sont cultivées sur une variété de substrats organiques, incluant les déchets de la production de coton et de café. Les industries de champignons utilisent des technologies qui sont bien établies et maîtrisées dans de nombreux pays (Blandeau, 2012).

1.6. Modes de conservation des champignons

Les champignons sont généralement consommés frais pour garder leurs arômes et leurs consistances qui les rendent agréables à croquer mais ils peuvent aussi être conservés par différents procédés:

1.6.1. La dessiccation

Le séchage des champignons est le mode de conservation le plus ancien et le plus simple, il permet de réduire la teneur en eau du champignon de 80 -90% (à l'état frais) à 10% (à l'état sec) et conserver le champignon pendant une longue durée.

Dans certains cas, le séchage modifie ou affaiblit le goût du champignon et concentre l'arôme. La dessiccation convient particulièrement aux champignons à chair mince comme le marasme des oréades, les espèces les plus charnues, comme les cèpes (bolet) et les girolles qui sont découpées avant leur séchage.

1.6.2. La congélation (Conservation d'environ 6 mois)

Conservation par congélation convient à certains champignons, comme les chanterelles se réhydratent difficilement et se conservent mieux si on les congèle. La congélation est un procédé pratique et rapide de conservation, elle ne doit être appliquée qu'à des champignons jeunes à chair ferme. Il est déconseillé de congeler les champignons crus. Pour optimiser leur conservation, il est préférable après nettoyage préalable, de les

faire cuire à feu vif dans une casserole quelques minutes (blanchir les champignons)(Lamaison et Polese, 2005; Deconchat et Polese, 2002; Gévry et al.,2009; Blandeau, 2012).

1.6.3. Une transformation en marinade

Les cèpes, les chanterelles, les lactaires et les pieds-de-mouton sont des champignons à chair ferme qui peuvent se conserver très bien dans l'huile. Après leur blanchiment dans l'eau bouillante assaisonnée de vinaigre et de sel pendant 10min, ils sont soigneusement égouttés et séchés pendant 6h, déposés dans des bocaux hermétiques et recouverts d'huile d'olive aromatisé (thym, laurier et quelques graines de poivre). Afin d'assurer plus longtemps leur conservation (durée < 6 mois), les bocaux sont stérilisés 20 min à 150°C et conservés à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité ; cette méthode n'est pas recommandée à grande échelle dans le commerce (Romagnesi, 1995; Deconchat et Polese, 2002;Lamaison et Polese, 2005; Gévry et al.,2009)

2. Quelques espèces des champignons du genre *Pleurotus* et *Ganoderma*

2.1. Le genre *Pleurotus*

2.1.1. Généralité

Les espèces appartenant au genre *Pleurotus*, communément appelées pleurotes, sont des champignons saprophytes, eucaryotes, thallophytes, non chlorophylliens, à corps généralement filamenteux appelé mycélium qui sont cultivés dans le monde entier, en particulier en Asie du Sud-Est, en Inde, en Europe et en Afrique(Maublanc, 1976; Monnier, 1997).

La culture du *Pleurotus* occupe la deuxième place dans le monde après *Agaricus Bisporus* (Rühl et al., 2008).

Parmi les espèces les plus cultivées du genre *Pleurotus* on trouve *Pleurotus eryngii* (Pleurote de panicaut), *P.citrinipileatus* (Pleurote jaune), *P.Djamor* (Pleurote rose), *P.ostreatus*(Pleurote gris) et d'autres pleurotes sauvages.

2.1.2. Classification du Pleurote

En général, les pleurotes du genre *Pleurotus* sont classés selon le tableau suivant :

Tableau 1 : Classification des champignons du genre *Pleurotus* (Jacq., 1871)

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>

2.1.3. Cycle biologique des Pleurotes

Le cycle biologique des Pleurotes est composé de deux phases distinctes:

- Une phase végétative qui synchronise la croissance et le développement d'un mycélium primaire monocaryotique, issu de la germination d'une basidiospore ;
- Une phase fructifère qui correspond à la formation des carpophores. Elle démarre avec la conjugaison (plasmogamie) de deux mycéliums monocaryotiques haploïdes compatibles, donnant naissance à un mycélium secondaire dicaryotique caractérisé par la formation de boucles d'anastomoses, et qui, à son tour, rentre en phase de croissance.

Lorsque les conditions environnementales changent et deviennent contraignantes, ce mycélium s'agrège et s'organise en primordia qui évoluent en carpophores au sein desquels s'individualisent des cellules spéciales : les basides, sièges de la reproduction sexuée (caryogamie). Suite à la méiose, il se forme des basidiospores mononuclées haploïdes qui se détachent puis germent lorsque les conditions sont favorables. Elles sont à l'origine d'une nouvelle génération (Delmas, 1989, Olivier et al., 1991 et Oei, 1993).

2.1.4. Intérêts des Pleurotes

- Intérêts médicinales : les pleurotes contiennent, en petite quantité, des composés phénoliques qui se trouvent dans les antioxydants. Il contient d'ailleurs l'ergotinine qui est un acide aminé produit par les champignons. Cet acide aminé pourrait aussi

contribuer à l'activité antioxydante des Pleurotes. Selon des études *in vitro*, il a été prouvé que des extraits de Pleurote auraient un effet anti tumeur sur certaines cellules cancéreuses du corps humain, tel que celles de la Prostate ou du Côlon; selon une étude qui a été faite sur des rats souffrant d'hypercholestérolémie, le Pleurote posséderait des composés qui agiraient à différentes étapes de la régulation du Cholestérol sanguin. Bref, selon plusieurs études, la présence de certains antioxydants dans les Pleurotes a été confirmée. Toutefois, son indice TAC (capacité antioxydante totale) n'est pas encore connu pour le moment (**Guzman, 2000 ; Yin et al., 1989**).

- Utilisations culinaires : les Pleurotes sous forme d'huitres sont des champignons très comestibles. Ils sont meilleurs lorsqu'ils sont jeunes, car, vieux, ils deviennent plutôt coriaces. De plus, ce champignon est parasité par des vers et ceux-ci sont difficiles à apercevoir en raison de la chair blanche de celui-ci. Il faut donc porter une attention particulière à la chair du pleurote, pour y déceler la présence de larves. Le pleurote en forme d'hûtre est surtout employé dans les potages, les mélanges de champignons et même comme condiment, préparé au vinaigre. Ce champignon accompagne très bien les viandes rouges et il possède une saveur très prononcée. Ces champignons accompagnent très bien les viandes rouges et il possède une saveur très prononcée.
- Valeur nutritionnelle : comparativement aux autres légumes, les Pleurotes contiennent jusqu'à cinq fois plus de protéines et de deux à cinq fois plus de fibres alimentaires que dans les autres champignons. Pour une portion de 74g de Pleurote, celui-ci contient 26 calories, 2,5g de protéines, 4,7g de glucides, 0,3 g de lipides et finalement 1,7 g de fibres alimentaires. Les Pleurotes contiennent d'ailleurs une panoplie de nutriments comme plusieurs vitamines telles que la vitamine B3, B2, B5, B1, B6 et B9. Ces champignons contiennent aussi du Cuivre, du Phosphore, du Potassium, du Fer ainsi que du Zinc (**Manzi et al., 2004**).

2.1.5. Les différentes espèces de Pleurotes

a) Pleurote en huitre (Pleurote Indigène) :

Le Pleurote en forme d'huitre est un champignon comestible commun. Il a d'abord été cultivé en Allemagne comme mesure de subsistance pendant la Première Guerre mondiale et est maintenant cultivé commercialement dans le monde entier pour l'alimentation.



Figure 3:Pleurote en forme d'huitre

❖ Description

- Chapeau : les chapeaux de Pleurote en forme d’huitre mesurent entre 4 et 15 cm de diamètre. Ceux-ci sont seuls ou superposés et imbriqués, formant un éventail. Ils sont convexes, étalés, plats, charnus ainsi que veloutés à proximité du point d’attache. La marge est soit enroulée, droite ou bien relevée. Souvent elle est ondulée ou lobée, glabre, lisse et d’aspects gras. La couleur de ces chapeaux peut être grisâtre, gris brunâtre ou olivâtre. Lorsque le champignon a atteint sa maturité, le chapeau est alors blanc.
- Hymenophores : les lamelles de ce type de Pleurote sont blanches et longuement décurrentes sur le pied, s’il y en a un. Elles sont rayonnantes à partir du point d’attache, serrées et assez larges.
- Pied : le pleurote en forme d’huitre a un pied très court, parfois absent. Lorsqu’il est présent, le pied peut être excentrique ou latéral et il ne mesure pas plus de 3 à 4 cm. Il est de la même couleur que le chapeau.
- Chair : la chair de Pleurote en forme d’huitre est épaisse, tendre ou tenace de couleur blanche. Elle dégage une légère odeur d’anis, parfois plus prononcée. Ce champignon possède une saveur agréablement douce.
- Sporee : blanchâtre, mais plus souvent de couleur grisâtre à lilas.

❖ Classification

La classification du *Pleurotus ostreatus* est comme suit :

Tableau 2: Classification de pleurote en huitre :

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>
Espèce	<i>Pleurotus ostreatus</i>

❖ Activités biologiques

- Activité anticancéreuse : par protection contre le cancer du sein et le cancer du côlon par arrêt du cycle cellulaire des cellules cancéreuses en G0/G1 et induction de l'expression des protéines (agit comme facteur de transcription, active la réparation cellulaire ou l'apoptose).
- Activité anti-oxydante puissante : par diminution du malondialdéhyde (MAD, marqueur du stress oxydant) et augmentation du glutathion, de la vitamine C et de la vitamine E (plus faible chez la personne âgée), ainsi que la superoxyde dismutase (SOD, enzyme antioxydante).
- Activité hypocholestérolémiant : par la diminution du VLDL-c, LDL-c, du Cholestérol total et des Triglycérides grâce à la lovastatine et à la mévinoline, molécules inhibitrices de l'enzyme HMG CoA reductase permettant la synthèse du cholestérol.
- Activité anti-hypertensive : en améliorant la réactivité vasculaire. Aussi activité anti-inflammatoire par inhibition des cyclooxygénases (Belabbas M., 2015).

b) Pleurote jaune (Pleurotes Tropicales) :

le pleurote jaune se reconnaît à son apparence asiatique. C'est un champignon tropical qui ne survit pas à l'hiver, à l'inverse des autres espèces de pleurotes qui peuvent le faire, il se cultive de la même façon que la plupart des autres pleurotes.



Figure 4: Pleurote jaune

❖ Description

- Chapeau : le chapeau est de 2 à 5 cm, convexe à plat à maturité, de couleur jaune à jaune vif qui se distingue aux autres champignons.
- Lames: fortement décurrentes, fines et assez larges, plus espacées, de couleur blanche ou crème.
- Pied : le pied de ce genre tropical est de couleur blanc et attaché au centre du chapeau, pousse en grand groupe de 50 à 100 individus.
- Mycélium : il est blanc et cotonneux. il est formé des touffes de croissance dense qui deviennent parfois jaunâtres. Les spores sont rose pale.

❖ Classification

La classification du *Pleurotus citrinopileatus* est comme suit :

Tableau 3: Classification de *Pleurotus citrinopileatus*.

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>
Espèce	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>

c) Pleurote rose :

Le pleurote rose est une variété de champignon assez rare qu'on trouve difficilement dans la grande distribution ; qui est connu pour sa vitesse de fructification pousse sur une large gamme de substrats et possède une bonne tolérance à la chaleur. C'est une espèce très agressive qui colonise très vite les substrats.



Figure 5: Pleurote rose

❖ Description

- Chapeau : le chapeau est rose de 4 à 12 cm, en forme d'entonnoir plus ou moins décentré, concave à marge d'abord enroulée puis s'aplatissant plus ou moins en spatule devenant ondulée et se déchirant souvent en vieillissant.
- Lames : fortement décurrentes aussi, fines et assez larges, de couleur rose vif quand le champignon est jeune et devenant couleur crème à rose en vieillissant.
- Pied : il est centré ou relativement excentré selon l'endroit où il est fixé, à larges stries dans le prolongement des lames, le plus souvent soudé par la base aux pieds voisins, formant ainsi des touffes contenant de nombreux d'individus.

❖ Classification

La classification du *Pleurotus djamorest* comme suit :

Tableau 4: Classification de *Pleurotus djamor*.

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>
Especie	<i>Pleurotus djamor</i>

d) Pleurote en corne d'abondance :

Le pleurote en corne d'abondance est un champignon saprophyte qui se développe sur les souches ou les troncs d'arbres feuillus morts, sur lesquels il pousse en touffes abondantes. Le carpophore est muni d'un pied latéral.



Figure 6: Pleurotr en corne d'abondance

❖ Description

- **Chapeau:** présente un chapeau de 4 à 12 cm, en forme d'entonnoir plus ou moins décentré, concave à marge d'abord enroulée puis s'aplatissant plus ou moins en spatule devenant ondulée et se déchirant souvent en vieillissant, de couleur blanche crème à jaune pâle et parfois beige, selon l'exposition.
- **Lames :** fortement décurrentes, fines et assez larges, espacées, de même couleur ou légèrement plus claires que le chapeau.
- **Pied :** centré ou relativement excentré selon l'endroit où il est fixé, à larges stries dans le prolongement des lames, parfois seul mais le plus souvent soudé par la base aux pieds voisins, formant ainsi des touffes pouvant réunir 2 à 3 voire jusqu'à une douzaine d'individus.

❖ Classification

La classification du *Pleurotus cornucopiae* est comme suit :

Tableau 5: Classification de *Pleurotus cornucopiae*.

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>
Espece	<i>Pleurotus cornucopiae</i>

e) Pleurote du Panicaut :

le pleurote du panicaut, est un excellent comestible. Sa culture a été entreprise, mais à une moindre échelle que le *Pleurotus ostreatus*. Il vient en automne dans les friches et aux abords des plages du littoral, là où poussent *l'Eryngium campestre* (Panicaut des champs, Chardon Roland, Chardon roulant) ou *l'Eryngium maritimum* (Panicaut de mer), et peut passer l'hiver si celui-ci n'est pas trop rigoureux.



Figure 7: Pleurote de panicaut

❖ Description

- Chapeau : le chapeau est de 4 à 15 cm de diamètre , en forme d'entonnoir plus ou moins décentré, aussi concave à marge d'abord enroulée puis s'aplatissant plus ou moins en spatule devenant ondulée et se déchirant souvent en vieillissant, de couleur brune.
- Lames : les lames sont fortement décurrentes, fines et assez larges, espacées vers le stipe, de même couleur ou légèrement plus claires que le chapeau.
- Pied : le pied est centré ou relativement excentré selon l'endroit où il est fixé, à larges stries dans le prolongement des lamelles, parfois seul mais le plus souvent soudé par la base aux pieds voisins, formant ainsi des touffes pouvant réunir 2 à 3 voire jusqu'à une douzaine d'individus.

❖ Classification

La classification du *Pleurotus eryngii* est comme suit :

Tableau 6: Classification du *Pleurotus eryngii*.

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Agaricales</i>
Famille	<i>Pleurotaceae</i>
Genre	<i>Pleurotus</i>
Espec	<i>Pleurotus eryngii</i>

❖ Propriétés pharmacologiques

Le pleurote du panicaut, comme tout champignon, semble renforcer le système immunitaire¹, le pleurote du panicaut serait le champignon le plus efficace en la matière, ce qui en fait un des aliments luttant le plus efficacement contre certaines affections carcinogènes, mais également contre certaines bactéries nuisibles ou virus qui agressent notre organisme.

2.2. L'espèce *Ganoderma lucidum* (Reichi)



Figure 8: reishi

2.2.1. Habitat

Le champignon pousse surtout sur les troncs des pruniers sauvages en décomposition, parfois sur ceux des chênes ou des épicéas. Très rare à l'état sauvage, il pousse exclusivement en montagne, dans des forêts profondes. De nos jours, il est cultivé dans des milieux artificiels.

Ce champignon disparaît en hiver, pousse en Europe, à même le sol à proximité et sur les racines enterrées des feuillus. Il pousse seul ou en petits groupes.

2.2.2. Description

Il possède un stipe et un chapeau contrairement à la plupart des polypores.

- Chapeau : le chapeau qui mesure de 4 à 20 cm, a une apparence de bois verni. Il est de couleur jaune puis brun rouge, il est arrondi ou en forme de rein, sillonné et zoné concentriquement et légèrement ridé radialement. Une cuticule cornée brillante comme le laque de couvre. Sa marge est plus claire, puis fonçant.
- Tubes et pores : ils sont fins, jaunâtres puis bruns, souvent couverts d'une pruine blanchâtre.
- Pied : le pied généralement latéral a une longueur variant de 4 à 20 cm est noueux, de couleur brun noir et luisant.
- Chair : la chair mince et fibreuse a une teinte beige-brun et dégage une odeur faible.

2.2.3. Classification

La classification du *Ganoderma lucidum* est comme suit:

Tableau7 Classification du *Ganoderma lucidum*.

Règne	<i>Fungi</i>
Division	<i>Basidiomycota</i>
Classe	<i>Agaricomycetes</i>
Ordre	<i>Polyporales</i>
Famille	<i>Ganodermataceae</i>
Genre	<i>Ganoderma</i>
Espèce	<i>Ganoderma lucidum</i>

2.2.4. Activités biologiques

Deux classes de molécules se démarquent chez le reishi les triterpènes et les polysaccharides.

Les activités induites par les triterpènes sont :

- Antioxydant : protection hépatique et rénale par piégeage des radicaux libres;
- Diminution du cholestérol plasmatique : inhibiteur du cholestérol estérase permettant la digestion des esters de cholestérol;
- Antiviral : actif contre HIV-1, HSV (Herpes simplex virus);
- Anticancéreux : induction de l'apoptose, inhibition de la prolifération cellulaire, suppression des cellules invasives dans le cancer de la prostate, et dans le cancer du sein.

Les activités induites par les polysaccharides :

- Anticancéreux par stimulation du système immunitaire (reconnue comme une molécule du non-soi)
- Anti-HSV

Et d'autres activités sont attribuées au reishi, sans connaître précisément la molécule concernée :

- Activité anti-inflammatoire ;
- Activité hypotensive par inhibition de l'enzyme de conversion;
- Antibactérien contre les Gram + : *B.subtilis*, *G.recinaceum*, *S.aureus*.(**Belabbas M.,2015**).



Matériel et méthodes

1. Matériel

Le présent travail porte sur la multiplication de quelques souches de champignons comestibles, à savoir : *Pleurotus ostreatus* (gris*), *Pleurotus eryngii* (sauvage), *Pleurotus citrinopileatus* (jaune), *Pleurotus djamor* (Rose), *Pleurotus cornucopiae* (gris) ainsi que l'espèce du *Ganoderma lucidum* (*reishi*). Les essais ont été conduits en parallèle au Laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (LaMy BAM ; Biopôle ChaabRssas) ainsi que le Laboratoire de champignons comestible (Bloc des sciences), de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine 1.

1.1. Souches de champignons comestibles

Les souches de champignons utilisées dans tous nos essais, nous ont été gracieusement fournies par Mme ALMI, sous forme de tubes inclinés congelés sur milieu PDA additionné de glycérol à 10%.

1.2. Milieu Pomme de terre Dextrose Agar (PDA)

Le milieu de culture PDA est favorable pour la croissance des champignons. Il contient de la pomme de terre, du sucre sous forme de dextrose et de la gélose (Agar). Il est préparé à partir d'un mélange de pommes de terre lavées et découpées en petits morceaux et d'eau distillée. Ce mélange est mis en ébullition au Bain-Marie. Le bouillon obtenu est filtré et additionné à une quantité de (20g) de glucose et de (20g) d'agar pesé préalablement et la quantité d'eau est complétée jusqu'en 1000 ml.

La stérilisation de milieu de culture, a été effectuée à 120 °C à une pression de 1 barre pendant 20 min. Puis un antibiotique a été additionné pour inhiber la croissance des bactéries.



Figure 09 : Préparation de milieu PDA .

1.3. Substrats de culture

Les champignons sont des organismes hétérotrophes dépourvus de chlorophylle. Ils se nourrissent de cellulose et de lignine qu'ils trouvent dans la matière végétale morte, les restes des récoltes par exemple. Les substrats les plus couramment utilisés pour la culture des pleurotes sont les farines d'haricots ou de sojas, les pailles de riz, de blé ou de sorgho, les rafles de maïs, les brisures des graines de coton, les fibres des fruits du palmier à huile et la sciure de Grevillea.

1.3.1 .Substrat du blanc

Les grains d'orge, sont les grains de céréale choisis pour la préparation du blanc (multiplication du mycélium). Ces grains sont riches en protéines (2,3g), en glucides (28,2g), en fibres (6,5g), et en eau (68.8 %). Les grains d'orge sont aussi plus faciles à digérer que ceux du blé.

Les grains utilisés lors de nos préparations avant d'être achetés au niveau d'un marché au centre de la Wilaya de Constantine.



Figure 10 : Grains d'orges utilisés pour la préparation du blanc.

1.3.2. Substrat de lardage (substrat de fructification)

- Marc de café: le marc de café est le résidu de la consommation du café soluble obtenu après torréfaction et mouture des grains de café marchands et extraction à l'eau bouillante ou à la vapeur d'eau (**Mansour-Benamar, 2016**).

Le marc de café est essentiellement composé de polysaccharides; il est riche en cellulose, en hémicellulose et en lignine (**Kondamudi et Al, 2008**).

Le marc de café utilisé lors des différents essais, provient d'une collecte faite quotidiennement dans les cafés publics de Djebel El Ouahch (Constantine).



Figure 11 : Marc de café collecté .

- Paille de blé: la paille de blé est constituée de tiges, de feuilles et d'épis ou rachis à son sommet, secs (**Zeitoun, 2011**).

Les pailles de céréales sont riches en constituant pariétaux, fort incrustés de lignine, riche également en minéraux dont une partie de silice, mais pauvres en matières azotées et en matières grasses (**Février & Willequet, 2009**).

La paille utilisée lors du présent travail a été achetée au marché de paille.



Figure 12: Paille de blé.

2.Méthodes

2.1.Culture du mycélium et conservation

2.1.1.Réactivations des souches

La réactivation des souches de *Pleurotus ostreatus*, *P.eryngii* et *P.citrinipileatus*, *P.djamor* et *Ganoderma lucidum* ainsi que celle du Pleurote sauvage a été effectué à partir des cultures pures sous forme liquide initialement congelée. Ces dernières sont décongelées dans l'étuve à une température de 30°C. 0,1 ml de chaque suspension a été étalé de manière uniforme sur des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA. La manipulation se fait dans la zone de sécurité du bec Bunsen. Les boîtes sont ensuite incubées au terme de 7 jours à 30°C.

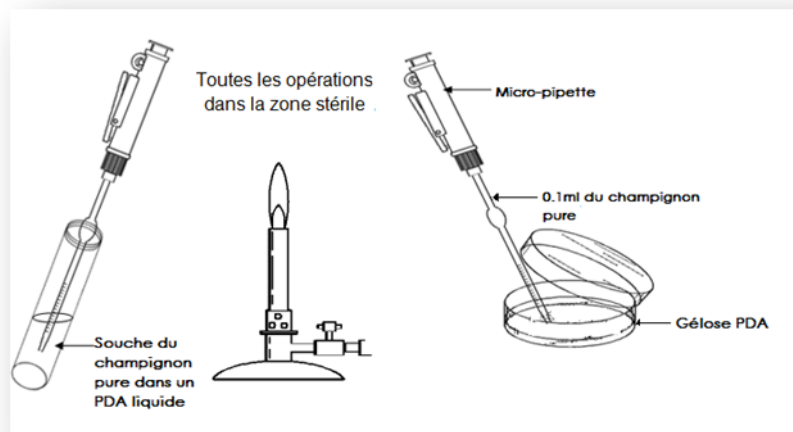


Figure 13 : Réactivation des souches fongiques comestibles.

2.1.2. Repiquage des souches

Le repiquage des souches à partir des boîtes issues de la réactivation, est fait dans l'objectif de garder les souches active et mature. La technique consiste à prélever une petite bouture mycélienne à la marge du thalle et à repiquer sous forme d'un disque à l'aide d'une pipette de pasteur stérile et de la transférer dans de nouvelles boîtes de Pétri contenant du milieu PDA. La manipulation se fait dans la zone de sécurité du bec Bunsen. Les boîtes sont mises en incubation dans l'étuve à température de 30°C pendant 5 à 7 jours.

2.2.Culture du blanc (Semences)

La culture de semis consiste à favoriser le développement du mycélium sur un substrat adéquat et stérile. Le produit obtenu à l'issue de cette opération est appelé « blanc-mère » ou « blanc de semis » et sera utilisé ultérieurement pour ensemercer le substrat de fructification.

2.2.1.Préparation du substrat

Pour préparer le blanc, une quantité de 1000 g de graines d'orge, a été tout d'abord bouillie dans 1000 ml d'eau distillée pendant une demi-heure pour augmenter la proportion d'humidité jusqu'à 50%. Après ébullition, les graines ont été égoutées à l'aide d'une passoire.



Figure 14 : Ebullition d'orge.

Les graines refroidies ont été ensuite, réparties dans des Erlenmeyer à raison de 100 g par Erlen Meyer. Par ailleurs, un mélange de : 2g de CaSO_4 et 2g de Glucose ont été additionnées à chacun des Erlen Meyer. Les Erlen Meyer ainsi préparés, ont été bouchés avec du coton et recouverts de papier Aluminium pour assurer l'échange des gazes entre l'intérieur et l'extérieur (ALMI et al., 2017).

Enfin, les Erlen Meyer, ont été stérilisés pendant 20 min à une température de 120°C et une pression de 1 bar.



Figure 15: Préparation d'orge de blanc.

2.2.2 Inoculation et incubation

Le principe général de cette méthode, consiste à transférer un tissu du mycélium des boîtes de pétries préalablement préparée, vers des flacons contenant le substrat. L'ensemencement des flacons s'effectue sous l'hôte dans des conditions aseptiques. En effet, après un bon développement du mycélium (14 jours environ), l'agar (portant le mycélium) a été coupé en petits morceaux. Ensuite, chaque morceau d'agar a été déposé soigneusement dans un flacon portant le substrat, enfin les flacons du blanc ont été incubés dans une étuve à 20°C pendant 10 à 15 jours (ALMI et al., 2017)..



Figure 16 :transfert de care de l'inoculum dans les erlenes

2.3. Culture de la fructification

2.3.1. Préparation de substrat

La préparation du substrat nécessite essentiellement des sachets polyéthylène, sont des sacs utilisés en myciculture. Dans ce travail deux substrats cellulitiques étaient destinés à la fructification des différentes souches de champignons comestibles, la paille de blé et le marc du café.

- Pour la paille, premièrement elle a été d'abord coupée en petits fragments de 4 à 7cm, puis pasteurisée avec une immersion dans l'eau chaude maintenue à 70°C pendant au moins 15 minutes. Ensuite, la paille a été égouttée et refroidie dans un tapis en plastique propre sur une table ou sur le sol. L'humidité du substrat en fin de séchage doit être entre 60 et 65%. Enfin, 2 g de CaSO_4 et 2 g de Glucose ont été additionnés au substrat.



Figure 17: Etapes de préparation de la paille.

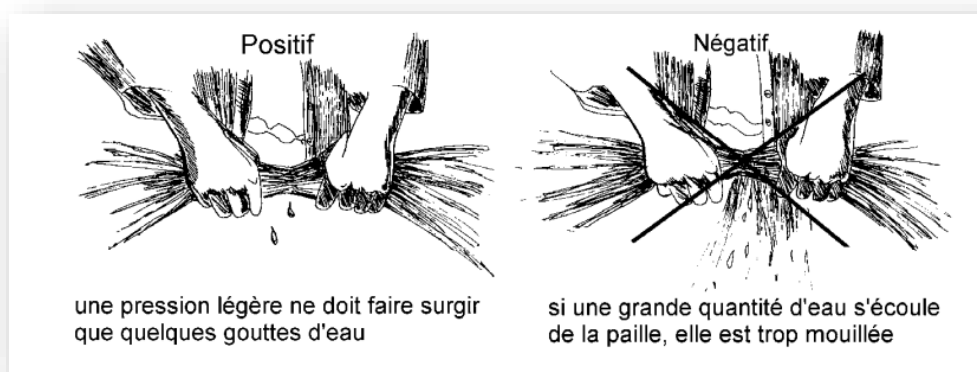


Figure 18 : Teste de pression pour vérification d'humidité.

- Pour le marc du café, le mélange collecté a été bien nettoyer et humidifier avec l'eau distillée puis additionnée de 2g de CaSO_4 et 2 g de Glucose pour chaque 1000g.



Figure 19 : Préparation du marc de café.

2.3.2. Remplissage des sacs (Lardage)

Le substrat doit être lardé dès que sa température est en dessous de 30°C. On utilise généralement des quantités relativement grandes de blanc : de 7 à 10% du volume total. Mais il arrive qu'une plus petite quantité donne le même résultat.

Chaque sac a été rempli par une première couche du substrat traité et suivie par une autre couche (une quantité suffisante) du blanc, et ainsi de suite jusqu'au remplissage du sac.

Une fois le remplissage et le lardage effectués, les sacs ont été mis en incubation dans des pièces à part. Les conditions d'incubation qui ont été assurées, une température de 25° C, à l'obscurité et un taux d'humidité environ 90 à 95% pour une durée deux semaines.



Figure 20 : Lardage en couche sur la paille de blé.



Figure 21: Lardage en couche sur le marc de café

2.3.3. Fructification

Dès la colonisation totale des sacs par le mycélium, le changement des conditions sera obligatoire car la fructification exige :

- Quantité de lumière : une légère lumière avec un éclairage entre 8 et 10 heures par jour avec une lumière blanche ou avec la lumière naturelle. Le taux de lumière élevé peut inhiber la formation des carpophores et le contraire, un taux bas de lumière va favoriser le développement du pied par rapport au chapeau.
- Degré de température : pour la fructification, la température doit être plus basses que celles de la croissance mycélienne (jusqu'à atteindre moins de 16°C) pour provoquer la fructification. Ce choc peut être effectué à l'aide des sacs de glace. Pour le développement des carpophores, la température doit être entre 12 et 20° C.
- Taux d'humidité : elle est assurée par une pulvérisation continue des sacs pour maintenir l'humidité de 75 à 80%. Un taux d'humidité trop élevé pour la fructification va favoriser le pied aux dépens du chapeau (**Klorane, 2011**).

Note

Lors de nos essais, la vérification du degré de température et du taux d'humidité pour les maintenir constantes, est assurée par un thermohygromètre. La durée d'incubation a varié de 2 à 3 semaines.

2.4. Récolte

Une fois mures, les champignons ont été récoltés manuellement toute en saisissant les pieds en les tirant doucement ou en les tordant avec précaution. Veillez à ne retirer qu'un minimum de substrats.

Tant que le mycélium sera blanc et ferme, on pourra poursuivre la récolte. Au total, on récoltera trois à quatre levées. Une fois que le substrat aura perdu sa fermeté et sa couleur, il faudra le sortir de la chambre de croissance.

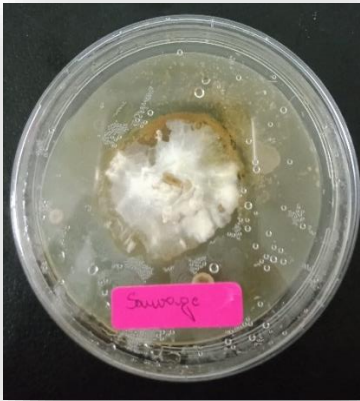

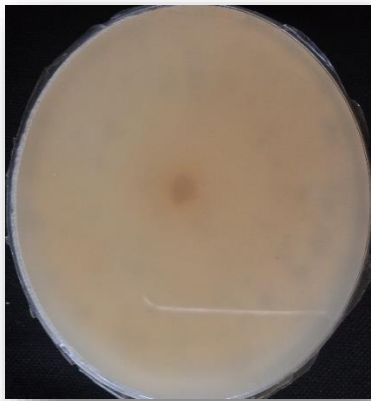


Résultats

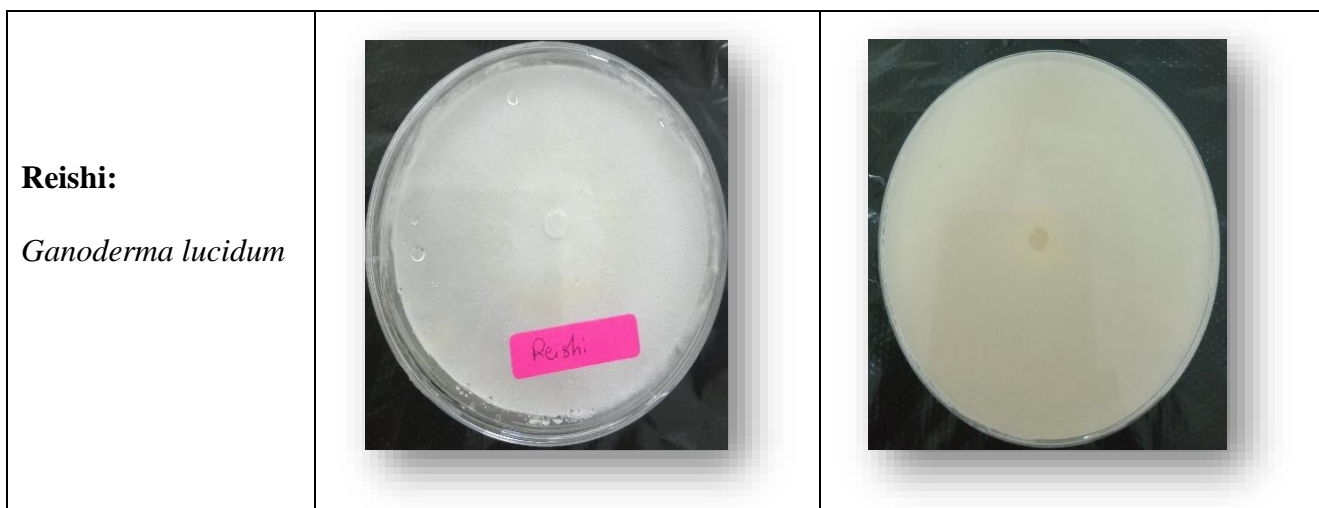
1. Culture du mycélium sur le milieu PDA

Des études récentes menées au niveau du laboratoire de champignons comestible par Mme ALMI, ont montré que le milieu PDA est le milieu optimum pour la croissance de mycélium des différents champignons comestibles. Après sept jours d'incubation, la majorité des six souches réactivées ont pu couvrir totalement la boîte de pétri. Les mycéliums ont montré une similarité dans leurs apparences et aspects : une couleur blanchâtre et un aspect cotonneux.

Tableau 08: Aspect macroscopique de différentes souches réactivées sur milieu PDA.

Les souches	Surface	Revers
<p>Pleurote sauvage: <i>Pleurotus eryngii</i></p>		<p>Photo perdue</p>
<p>Pleurote jaune: <i>Pleurotus citrinopileatus</i></p>		

<p>Pleurote rose: <i>Pleurotus djamor</i></p>		
<p>Pleurote gris: <i>Pleurotus ostreatus</i></p>		
<p>Pleurote gris*: <i>Pleurotus cornucopiae</i></p>		



La vitesse de croissance du mycélium au cours du temps est représentée dans le graphe suivant :

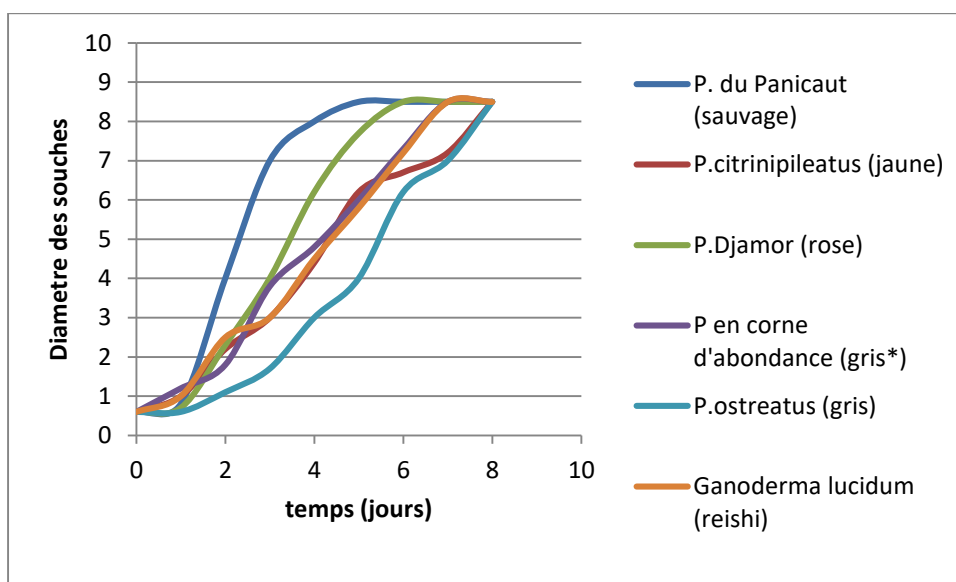


Figure 22 : Vitesse de croissance mycélienne sur milieu PDA

Les résultats obtenus montrent que , la vitesse de croissance est plus importante dans le Pleurote du panicaut *Pleurotus eryngii* (Sauvage) ou l'augmentation débute dès le premier jour de croissance et devient maximale après le 5eme jour (8 ,5cm) . suivit par le *Pleurotus djamor* (Rose) d'un diamètre de (7,5cm) puis le *Pleurotus citrinipileatus* (Jaune) et le pleurote en corne *Pleurotus cornucopiae* (Gris *) qui ont presque la même vitesse de croissance d'un diamètre de (6cm), ensuite le *Ganoderma lucidum* (Reishi) d'un diamètre de (5,8cm) ,et enfin le *Pleurotus ostreatus* (Gris) d'un diamètre de (4cm).

2. Culture du blanc (Semences)

La préparation des semences de souches testées (le blanc de semis), a été réalisée sur les grains du blé. Après ensemencement de substrat avec le mycélium des six souches de champignons, dans chaque Erlen Meyer, un mycélium en forme d'un tapis blanchâtre couvrant le substrat a été obtenu au bout de 15 jours d'incubation. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :



Figure 23 : Apparence du mycélium fongique après 15 jours d'incubation : a) mycélium de *Pleurotus citrinipileatus* ; b) mycélium de *Pleurotus ostreatus* ; c) mycélium de *Pleurotus cornucopiae* ; d) mycelium de *Pleurotus djamor* ; e) mycelium de *Ganoderma lucidum* ; f) mycelium de *Pleurotus eryngii*

La progression des poids des différents Erlen Mayer, au cours de la croissance, montre que le poids frais avant incubation est inférieur à celui après incubation. Les mesures du poids illustrées dans l'histogramme montrent que la souche de pleurote gris donne une meilleure croissance par rapport aux autres souches testées.



Figure 24 : évolution de poids frais du blanc de chaque souche

3. Culture de la fructification

3.1. Développement du mycélium

Deux déchets agroalimentaires ont été utilisés pour la fructification des différentes souches utilisées. En effet, après dix à 12 jours d'incubation (selon la variété de champignons) dans l'obscurité et une température de 25° C, les mycéliums ont complètement couvert les substrats dans lesquels ont été lardés. Les différents résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

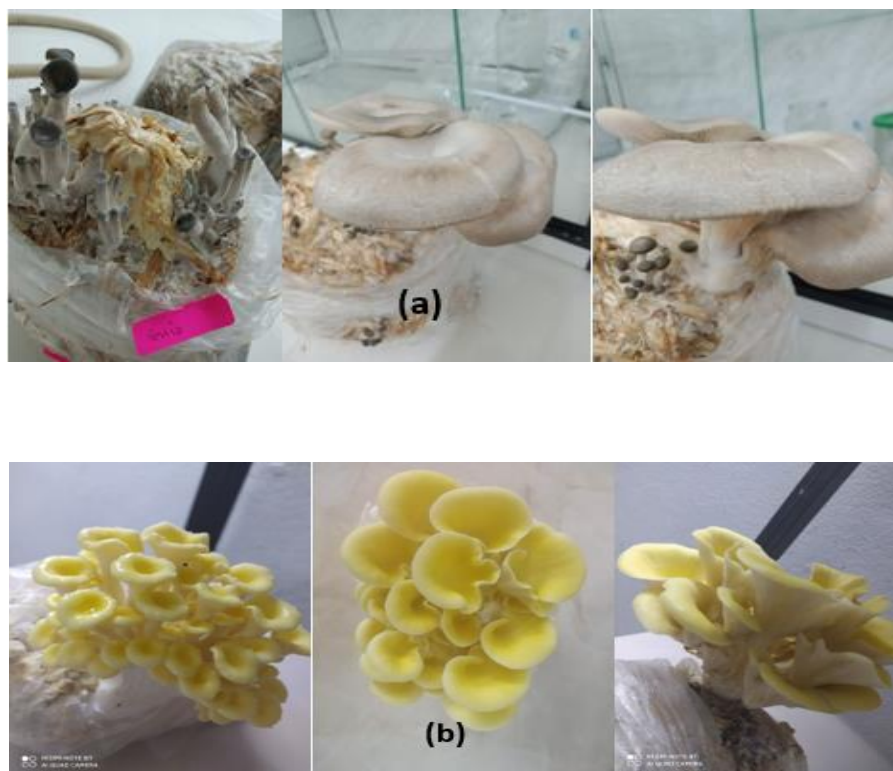
Tableau 09: Développement du blanc sur la paille du blé et le Marc de café :

Substrats Souches	Paille du blé		Marc de café	
	Avant	Après	Avant	Après
Pleurote sauvage <i>"Pleurotus eryngii"</i>				
Pleurote jaune <i>"Pleurotus citrinopileatus"</i>				
Pleurote rose <i>"Pleurotus djamor"</i>				
Pleurote gris <i>"Pleurotus ostreatus"</i>				



3.2. Fructification

Lorsque le mycélium a couvert totalement le substrat, un choc thermique a été réalisé pour débiter l'étape de fructification du champignon ; les résultats obtenus en fin de fructifications (environ deux semaines) sont résumés dans la figure suivante :



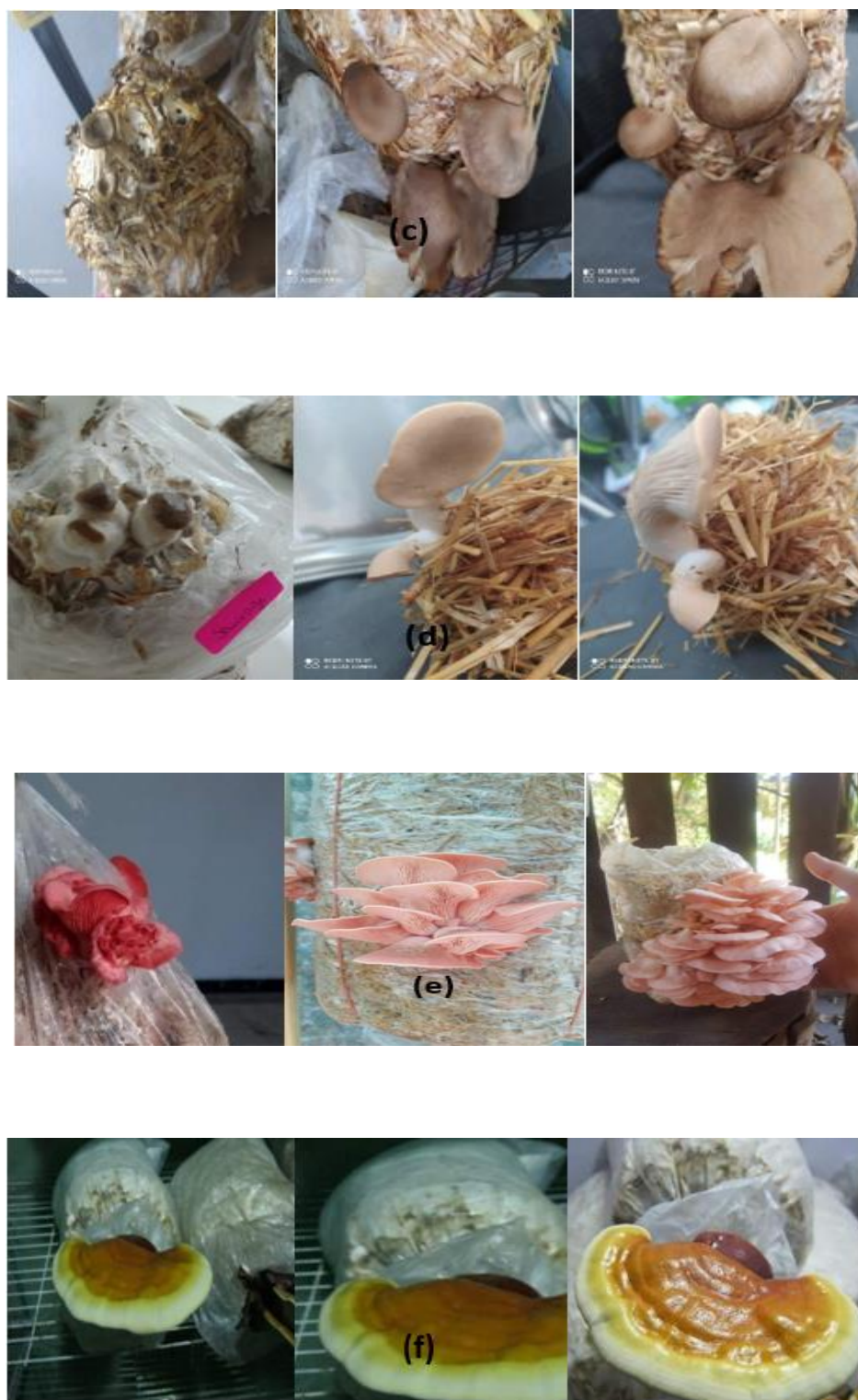


Figure 25: Développement de fruit de différents souches :(a) *Pleurotus ostreatus*; (b)*Pleurotus citrinopileatus* ;(c)*Pleurotus cornucopiae* ;(d)*Pleurotus eryngii* (e)*Pleurotus djamor* ;(f)*Ganoderma lucidum* .

3. La récolte

Lorsque les fruits du *Pleurotus* atteignent la taille adulte, ils sont détachés délicatement du substrat ou de la couverture par un mouvement circulaire. Une seule culture peut donner de 3 à 4 récoltes avec des masses différentes.

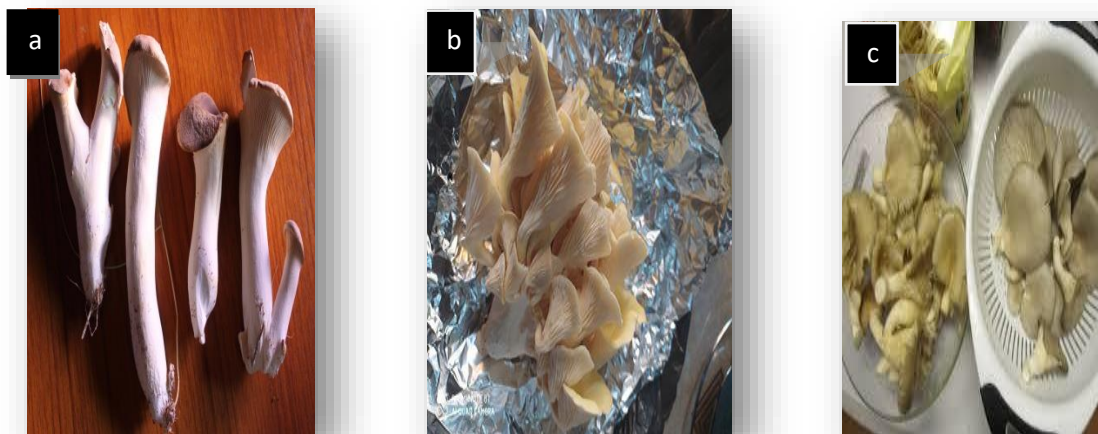


Figure 26 : Récoltes du *Pleurotus* : a) *Pleurotus eryngii* ; b) *Pleurotus citrinopileatus* ;
c) *Pleurotus ostreatus* .



Discussion

Le présent travail a ciblé la culture à petite échelle de quelques champignons comestibles à savoir : *Pleurotus ostreatus* (gris), *Pleurotus eryngii* (sauvage), *Pleurotus citrinopileatus* (jaune), *Pleurotus djamor* (rose), *Pleurotus cornucopiae* (gris*) ainsi que l'espèce du *Ganoderma lucidum* (*reishi*).

La sélection d'un milieu optimum pour la croissance du mycélium, qui a été effectuée sur le milieu microbiologique PDA montre que ce milieu utilisé favorise une bonne croissance du mycélium fongique. En effet la croissance mycélienne sur ce milieu débute dès le premier jour et atteint le maximum (occupe la totalité de la boîte de Pétri) au huitième jour. En effet, le milieu PDA est un milieu standard conçu pour la culture d'un large spectre de mycètes. Ce milieu a été décrit par plusieurs auteurs (**Moreau, 1991 ; Samson et al., 2000 ; Leontopouloset al., 2002 ; Lund et al., 2002**), sa composition est simple et riche en matières glucidique (**Chabasse et al., 1999**).

Les résultats obtenus durant le développement du mycélium de Pleurotes sur l'orge par la méthode tissulaire montrent que le substrat utilisé donne une croissance et un poids important qui débute dès le troisième jour dans l'incubateur et la colonisation complète est atteinte au bout de 15 jours. Ces résultats se croisent avec ceux d'**ALMI et al. (2017)**.

Le développement du mycélium dans les substrats de fructification, a permis une bonne et une rapide fructification du champignon sur la paille de blé en comparaison avec le marc de café ; cependant les résultats montrent que la croissance du mycélium au niveau de la paille de blé commence après 7 jours ou s'apparaissent des petites colonies blanches au contraire du marc de café la production des petites colonies blanche commencent après 9 jours (donc un retard de 2 jours).

Le maintien d'une température de 20 °C, d'une humidité de 90% et d'une photopériode de 10h / 24h, a permis une bonne fructification du champignon, ou les résultats nous ont permis après 6 jours d'avoir des petits chapeaux de chaque souches et par la suite un fruit complet après 10 jours à part près à l'exception du *Ganoderma lucidum* (*reishi*) qui prend plus de temps (environ un mois pour la première apparition).



*Conclusion et
perspectives*

Le présent travail a été conduit en parallèle au Laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (LaMy BAM ; Biopôle ChaabRssas) ainsi que le Laboratoire de champignons comestible (Bloc des sciences), de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Constantine 1.

L'objectif a été focalisé sur la culture de plusieurs champignons comestibles du genre *Pleurotus* et le *Ganoderma* sur des substrats celluloses issus de déchets agro-alimentaires.

En effet, la culture des champignons comestibles passe par trois étapes essentielles allant de la multiplication du mycélium jusqu'à l'obtention du fruit. La première étape de culture est la multiplication du mycélium, sur un milieu microbiologique adéquat en l'occurrence le milieu PDA, qui est riche en besoins nutritifs permettant la croissance du mycélium en un tapis blanc recouvrant la totalité de boîte de pétri, dans une courte période de temps.

Ensuite, le mycélium obtenu a été introduit dans un substrat (orge) pasteurisé préalablement pour favoriser sa multiplication une nouvelle fois afin d'obtenir des graines recouvertes de mycélium qu'on appelle semence.

La troisième étape, concerne la mise en fructification. Pour cela, la paille de blé et le marc de café qui sont riches en cellulose ; ont été sélectionnés pour la croissance de fruit

Enfin, après quelques jours de mise en fructification, les fruits apparaissent de couleur, taille et texture différente, à ce moment-là elles peuvent être cultivées pour une consommation directe ou pour une consommation à longue durée (elles doivent être conservées).

Notre travail ne présente pas une fin en lui-même, donc pour le compléter on propose les perspectives suivantes :

- Renforcement de substrat de fructification avec plusieurs éléments celluloses pour augmenter la quantité de champignons obtenus.
- Réaliser des applications médicales avec les fruits du pleurote surtout.
- Extraire et produire des composants médicaux du reishi et du pleurote.



*Références
bibliographiques*

A

Agrodok ., 2007. La culture des champignons à petite échelle - 2 Agaricus et Volvariella.

Almi H ., Laoufi O., Boulmarka A., Oufroukh A., Kacem chaouch N., Dehimat L., 2017. Multiplication and production of mushroom on laboratory scale on different substrates. European journal of Physical and Agricultural Sciences

B

Bâ 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. Collection didactiques. Eds. IRD, France, 252 p.

Belabbas M., 2015. les compléments alimentaires a base de champignons Thèse de doctorat : Pharmacie, Université Mohamed V de Rabat , n°49.

Blandeau E., 2012 ,Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques ,Thèse doctorat , Univ,Angers,France,112p

C

Chang, S.T. et Buswell, J.A. 1999. Ganoderma lucidum – a mushrooming medicinal mushroom. International Journal of Medicinal Mushrooms, 1: 139–146.

D

Deconchet C., Polese J-M 2002. Champignons. L'encyclopédie. Eds. Artémis, Losange, France, 206p

Delmas J., 1989. Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs. La Maison Rustique, 940p.

E

Eyi Ndong H., Degreef J., De Kesel A., 2011. Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale. Taxonomie et identification. Abc Taxa 10, Samyn Y., Vanden Spiegel D., Degreef J. (Eds.), 254 p.

F

Février C.A. & Willequet F., 2009. Valorisation par l'alimentation animale in Moletta René. Le traitement des déchets. Editions TEC & DOC, Lavoisier.

G

Gévry M-F., Simard D., Roy G., 2009. Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. Bibliothèque et Archives, Canada, 67 p

Guzman, G., 2000. Genus *Pleurotus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm. (Agaricomycetidae): diversity, taxonomic problems, and cultural and traditional medicinal uses, *Int. J. Med. Mushrooms*, 2, 95–123.

J

Jacq_P_Kumm., 1827. Effets des milieux de culture PDA SDA SPDA blé et maïs sur la productivité in vitro de la souche P969 du *Pleurotus ostreatus*

K

Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, J.C. et Stalpers, J.A. 2001. Dictionary of the fungi. 9th edition. Wallingford, UK, CAB International. 655 pp.

Klorane, I., 2010. Découvre le monde des champignons.

Kondamudi N., Mohapatra S.K. & Misra M., 2008. Spent Coffee grounds as a versatile source of green energy. *J. Agri. Food Chemistry*, Vol. 56, 11757–11760.

L

Lamaison J-M., 2005. Encyclopédie visuelle des champignons, Eds. Artémis, Losange, France, 383p

M

Mansour – Benamar M., Savoie J-M. & Chavant L., 2013. Valorization of a solid olive mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushroom. *Comptes Rendus Biologies*, 336, 407- 415.

Manzi P., Marconi S., Aguzzi A. & Pizzoferrato L., 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chem.* vol 84, 201-206.

Marouf A. et Reynaud J., 2007. La botanique de A à Z. Edition : Paris. P342

Maublanc A., 1976. Les champignons comestibles et vénéreux, 6ème Edition, Le Chevalier ; 107p.

Monnier G. & Courtecuisse R., 1997. Guide de poche des champignons. Delachaux et

Nieste, 88p.

O

Oei P., 1993. La culture des champignons Collection « le point sur » Guide technique Traduction Christine Nédelec, Révision Jean Laborde Ministère Français de la Coopération CTATOOLGRET, 320 p.

Olivier J.-M., 1991. Champignons. Tech. Agric. 2170.

R

Raven P. H., Johnson G. J., Mason K. A., Losos J. B., Singer S. S., 2011. biologie 2ème édition. Ed. De Boeck ,Bruxelles ,1406p

Raven P.H , Evert Ray F. et Eichhorn Susan E. 2000. Biologie végétale, Edition : Paris P :968.

Roger P., 1981. Les champignons. Eds. Solar pour la traduction française, Paris, 288 p

Romagnesi H., 1995. Atlas des champignons d'Europe. Ed. Bordas, Paris, 290 p

S

Sicard M., Lamoureux Y., 2006. Connaître, cueillir et cuisiner les champignons sauvages du Québec. Ed. Fides, Québec, 365 p.

Y

Yin, J., Mao, X., Ma, Q., Zong, Y., and Wen, H., 1989. Icons of Medicinal Fungi from China, Science Press, Beijing, 575

Z

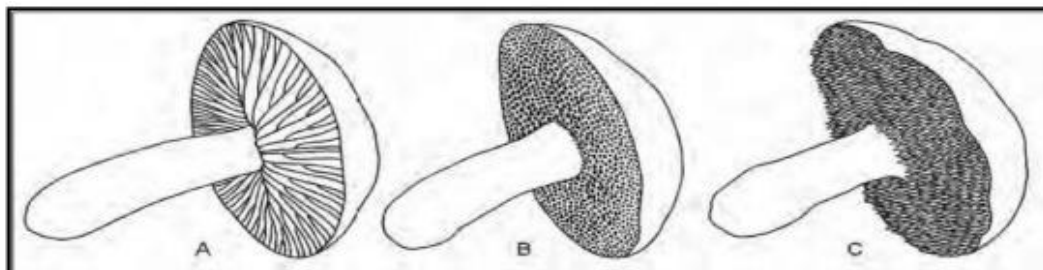
Zeitoun R., 2011. Procédés de fractionnement de la matière végétale. Application à la production des polysaccharides du son et de la paille de blé. Thèse Doctorat de l'Université de Toulouse (France), Institut National Polytechnique de Toulouse, Sciences des Agro-ressources, 288 p.



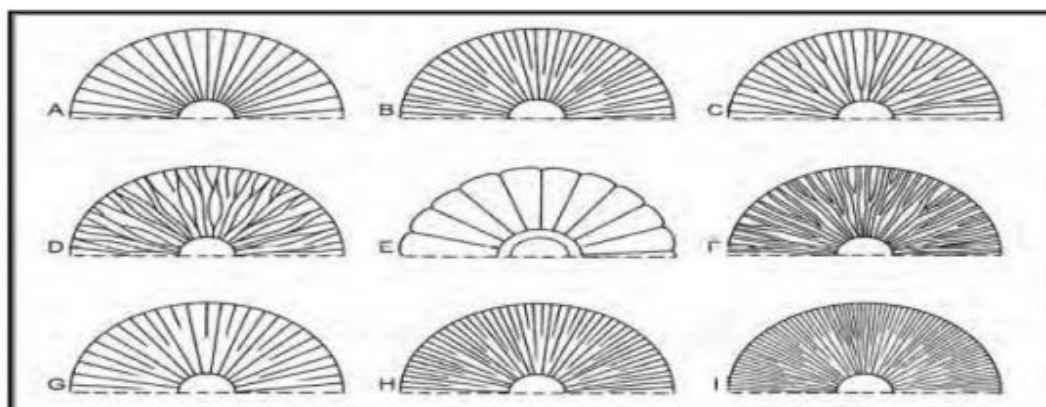
Annexes

Annexe 01 : clés d'identification des champignons (Eyi Ndong et al., 2011).

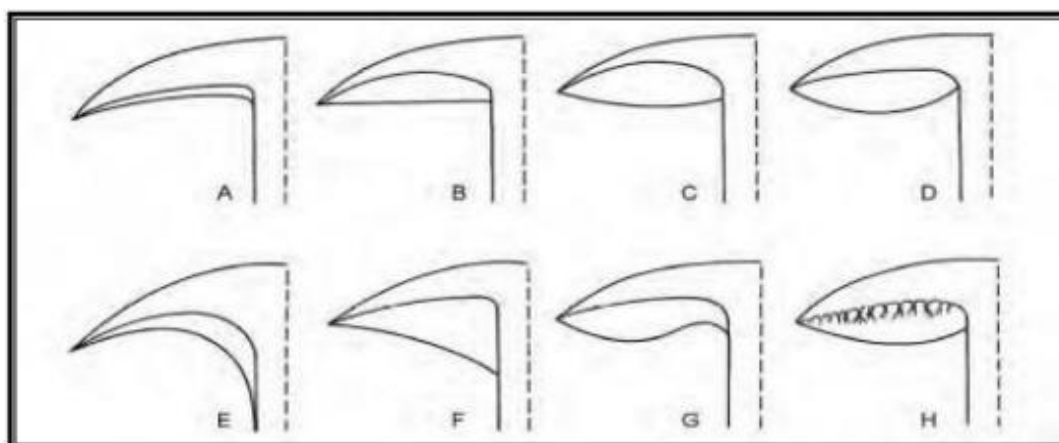
1-Hyménophores



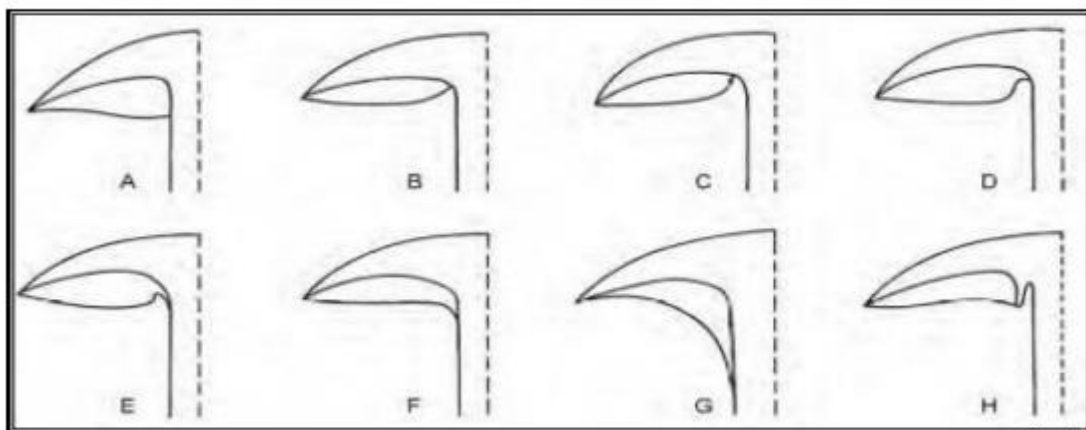
Type d'hyménophore : A : Lamellé ; B : tubulé ; C : Aiguillons



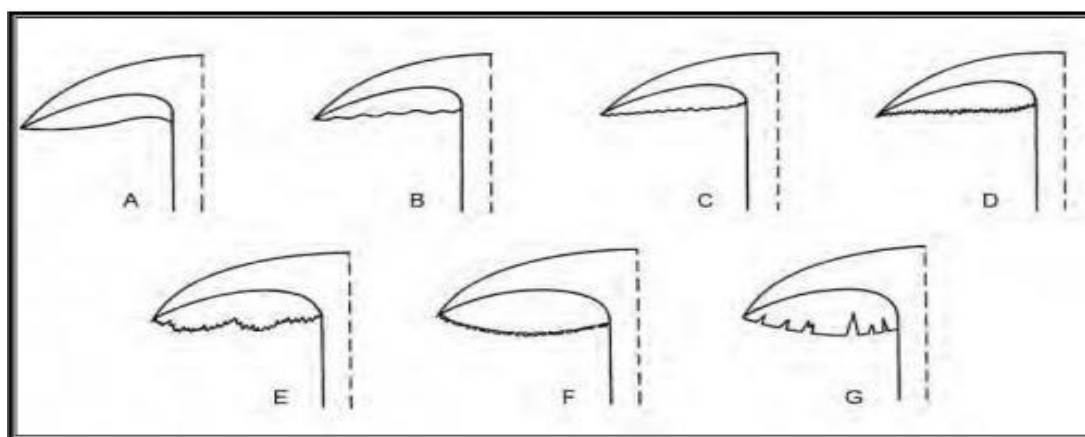
Organisation d'un hyménophore lamellé : A : Lamelles simples ; B : Lamelles inégales (lamelles et lamellules) ; C : Lamelles fourchues ; D : Lamelles anastomosées ; E : Lamelles collariées ; F : Plis (Cantharellus) ; G : Lamelles espacées ; H : Lamelles serrées ; I : Lamelles très serrées.



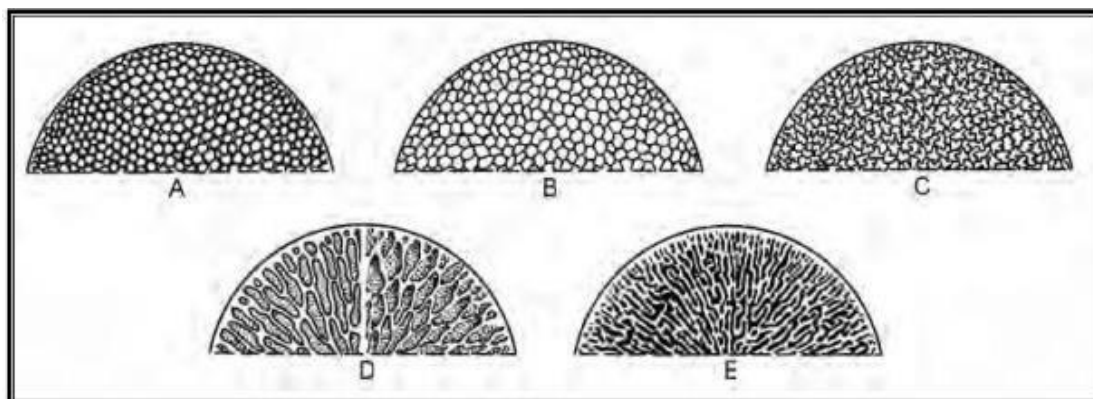
Profil des lamelles. A : Etroit ; B : Horizontal ; C : Subventru ; D : ventru. E : Arqué ; F : Triangulaire ; G : Sinué ; H : Veiné.



Insertion des lamelles. A : Adné ; B : Sublibre ; C : Libre ; D : Emarginé. E : Emarginé et décurrent par une dent ; F : Adné et décurrent par une dent ; G : Décurrent ; H : Collarié.

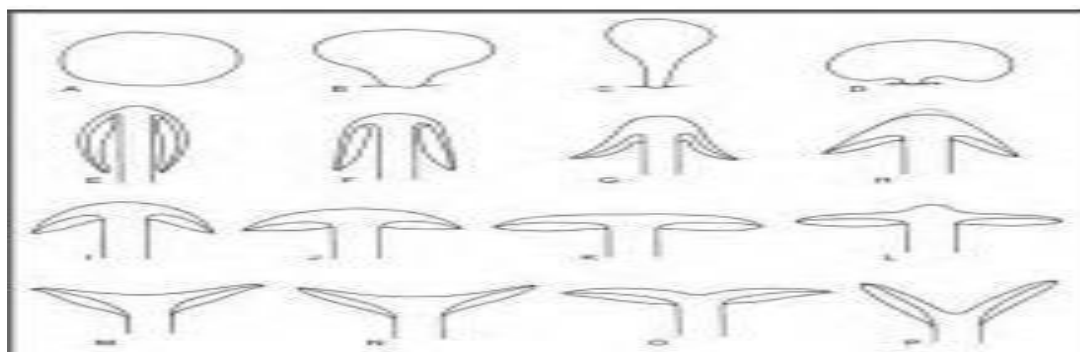


Arrête des lamelles. A : Lisse ; B : Ondulé ; C : Incisé ; E : Erodé ; F : Coloré ; G : Lacinié.

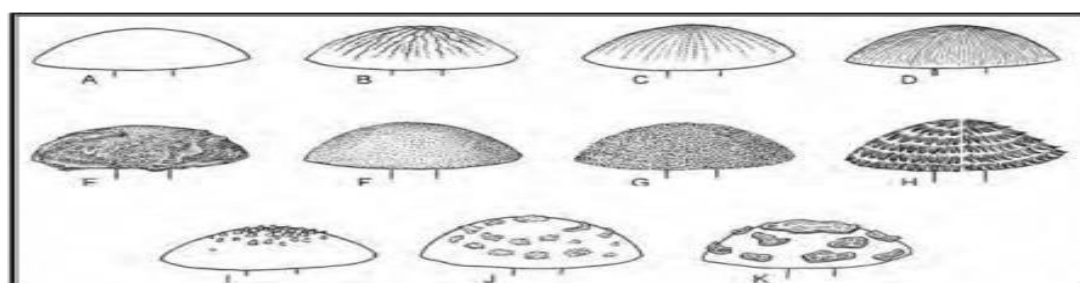


Organisation d'un hyménophore tubulé. A : Pores ronds ; B : Pores anguleux ; C : Pores irréguliers ; D : Pores anguleux allongés ; E : Pores labyrinthiformes.

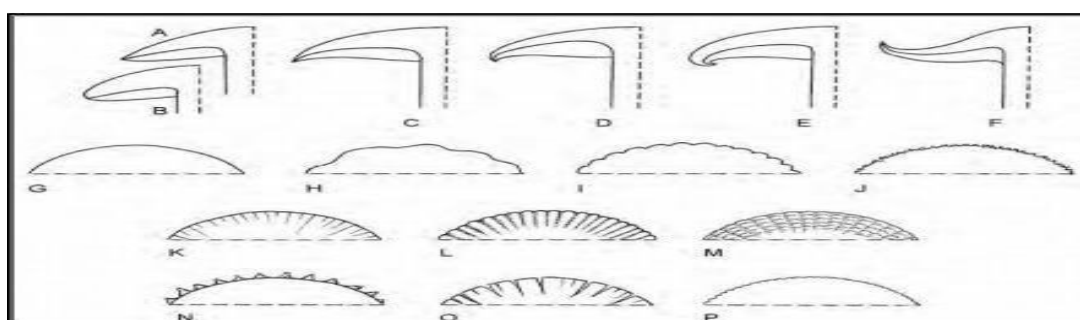
2. Caractéristique du chapeau



Forme du chapeau. A : Circulaire ; B : Flabelliforme ; C : Spatuliforme ; D : Réniforme ; E : Subglobuleux ; F : Parabolique ; G : Campanulé ; H : Conique ; I : Hémisphérique. J : convexe ; K : Plan ; L : Umboné ; M : Déprimé ; N : Concave ; O : Ombiliqué ; P : Infundibuliforme.

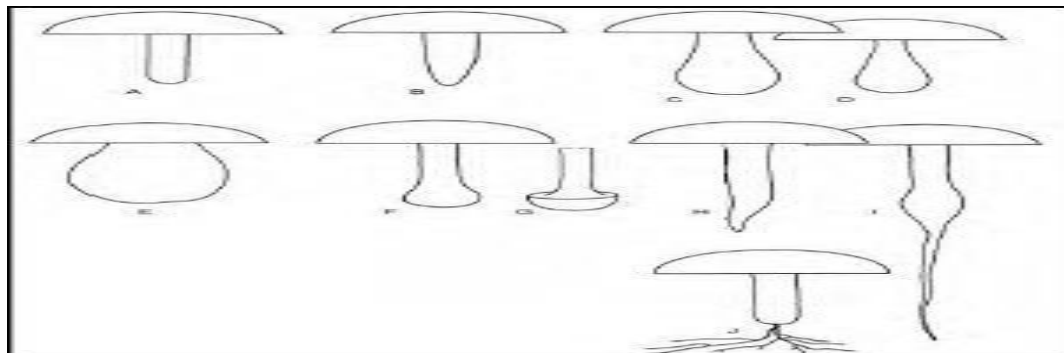


Revêtement et topographie du chapeau. A : Uniforme ; B : Veiné ; C : Rimeux ; D : Fibrilleux ; E : Mucilagineux ; F : velouté ; G : Hérissé. H : Squamuleux ; I et J : Floconneux ; K : Ecailleux.

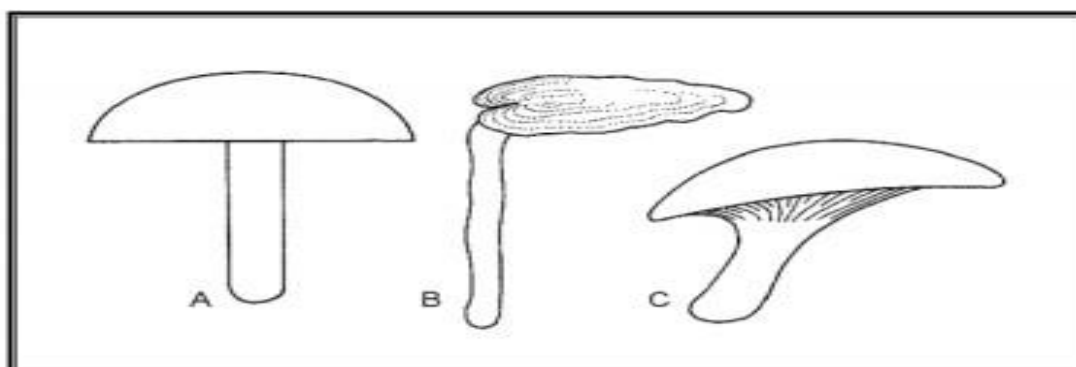


Marge du chapeau. A : Droit aigu ; B : Droit obtus ; C : Infléchi ; D : Incurvé ; E : Enroulé ; F : Révoluté ; G : Uniforme ; H : Ondulé ; I : Lobé ; J : Serrulé ; K : Strié ; L : Crénelé ; M : Pectiné ; N : Appendiculé ; O : Fissuré ; P : Crénelé.

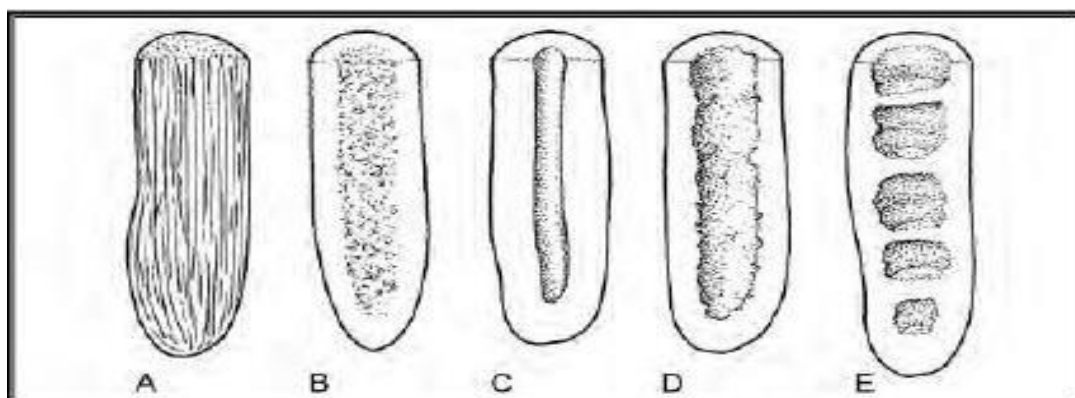
3. Caractéristiques du pied



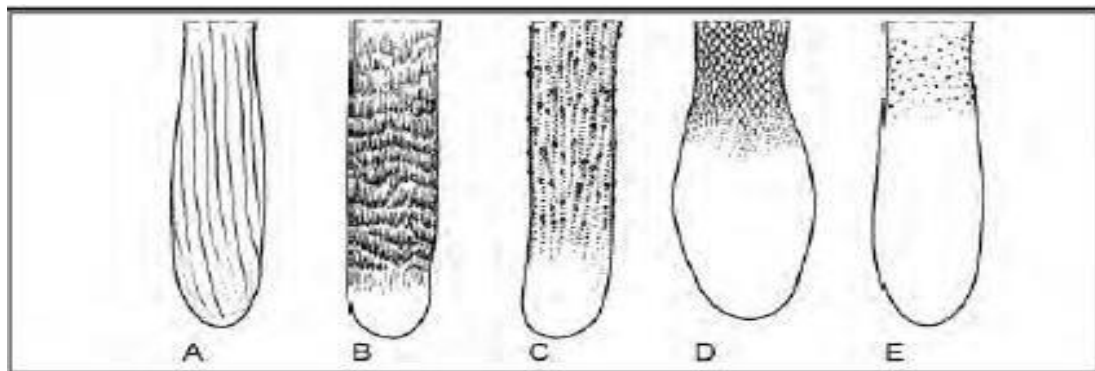
Forme du pied et raccord au substrat. A : Cylindrique ; B : Atténué vers le bas ; C : Claviforme ; D : Subelavé ; E : Ventru ; F : Bulbeux ; G : Bulbeux marginé ; H : Radicant ; I : Pseudorhize ; J : Rhizomorphes.



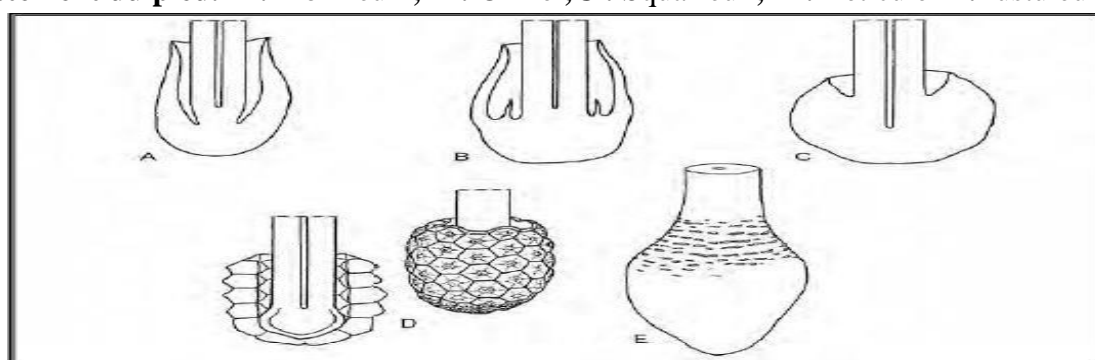
Attachement du pied au chapeau. A : Central ; B : Latéral ; C : Excentrique



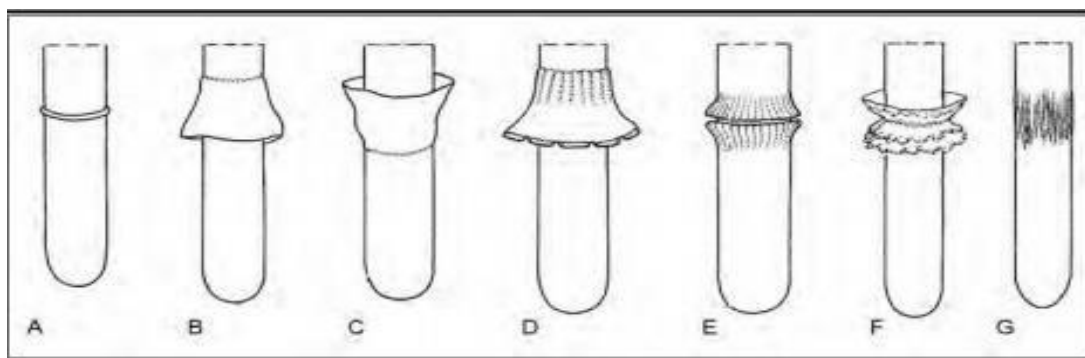
Structure interne du pied. A : Plein ; B : Farcis ; C : Fistuleux ; D : Creux ; E : Caverneux.



Revêtement du pied. A : Fibrilleux ; B : Chiné ; C : Squarreux ; D : Réticulé E : Pustuleux.



Restes du voile universel à la base du pied. A : Volve en sac ; B : Volve en sac ; C : Volve circumsessile ; D : Volve strobilacée ; E : Volve floconneuse.



Restes du voile partiel. A : Anneau membraneux ; B : Anneau simple d'origine supère ; C : Anneau simple d'origine infère ; D : anneau simple en roue dentée ; E : Anneau double ; F : Anneau mobile ; G : Cortine.

Annexe 02 : la formule de milieu de culture PDA (Potato Dextrose agar)

<i>Compositions</i>	<i>Quantité</i>
Extrait de Pomme de terre	200g
Agar – agar	20g
Eau distillée	1000 ml

Annexe 03 : Vitesse de croissance mycélium de 6 souches utilisées durant les 8 jours successives.

Temps(jours)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
P. du Panicaut (sauvage)	0.6	0.8	4	7	8	8.5	8.5	8.5	8.5
<i>P.citrinipileatus</i> (jaune)	0.6	1	2.2	3	4.4	6.2	6.7	7.2	8.5
<i>P.Djamor</i> (rose)	0.6	0.7	2.3	4	6.2	7.7	8.5	8.5	8.5
P en corne d'abondance (gris*)	0.6	1.2	1.8	3.8	4.8	6	7.3	8.5	8.5

<i>P.ostreatus</i> (gris)	0.6	0.6	1.1	1.7	3	4	6.2	7	8.5
<i>Ganoderma lucidum</i> (reishi)	0.6	1	2.5	3	4.5	5.8	7.2	8.5	8.5

Annexe 03 : Le poids mesuré de chaque souches avants et après croissance.

Souches	gold	gris*	gris	rose	sauvage	reishi
Poids avant (mg)	215,92	215,92	215,92	215,92	215,92	215,92
Poids après (mg)	234,32	240,3	229,38	243,72	257,07	221,23



Résumé

Résumé

Ce travail porte sur la culture de plusieurs souches du genre *Pleurotus* à savoir: *Pleurotus ostreatus*(gris), *Pleurotus eryngii* (sauvage), *Pleurotus citrinopileatus*(jaune), *Pleurotus Djamor* (Rose) ,*Pleurotus cornucopiae* (gris*) ainsi que l'espèce du *Ganoderma lucidum* (*reishi*) et leurs multiplications sur substrats cellulosiques. En effet, la multiplication sur le milieu PDA, a permis d'obtenir un mycélium blanc de croissance rapide et sein au bout de quelques jours d'incubation à 30°C. Par ailleurs, la préparation de l'inoculum effectuée sur l'orge a donné des résultats remarquables avec une bonne dispersion du mycélium sur les graines. Les fruits de l'ensemble des souches multipliées ont été meilleurs d'un point de vue de morphologie du carpophore (petits chapeaux) ; sur les déchets de paille en comparaison avec l'autre déchet de Mac de café .

Mots clés : *Pleurotus*, *Ganoderma lucidum* ,orge, Mac de café, PDA.

Abstract

This work concerns the study of different oyster mushrooms: *Pleurotus ostreatus* (gray *), “*Pleurotus eryngii* (wild)“ “*Pleurotus citrinopileatus* (yellow)” “*Pleurotus djamor* (pink)“ *Pleurotus cornucopiae* (gray) and “*Ganoderma lucidum*“ (*reichi*) and their multiplication on cellulosic substrates or the production of oyster mushroom mycelium was carried out on the PDA medium which shows, according to the results, better growth.

Furthermore, the preparation of the inoculum carried out on the cellulosic substrate of barley is remarkable and also improved on the basis of a direct and indirect seeding revealed that the dispersion of the mycelium (a white carpet) in the case of indirect seeding.

Not only was the oyster mushroom fruit better from a morphology of the carpophore (little hats); on straw waste compared to other coffee mac waste.

Keywords: *Pleurotus* , *Ganoderma lucidum* ,barley, coffee grounds, PDA

الملخص

يتعلق هذا العمل بدراسة مختلف أنواع الفطر المحاري : Pleurotus ostreatus (رمادي *) ، Pleurotus eryngii (بري)، Pleurotus citrinopileatus (أصفر) ، Pleurotus djamor (وردي)، Pleurotus cornucopiae (رمادي) و Ganoderma lucidium(reichi) وتكاثرها على ركائز المسليوم.

إن إنتاج فطر المحار الذي تم إجراؤه على وسط PDA ظهر نموًا أفضل وسريع في أيام قليلة ذات حضانة 30 درجة مئوية. علاوة على ذلك ، فإن إعداد اللقاح الذي تم إجراؤه على الركيزة السليلوزية من الشعير أعطى نتائج ملحوظة مع إنتشار رائع للمسليوم على بذور الشعير .

فاكهة مختلف أنواع الفطر تكون أفضل من ناحية تركيبة الكربوفور (القبعات الصغيرة) على نفايات القش مقارنة مع تفل القهوة .

الكلمات الرئيسية: Pleurotus ، Ganoderma lucidium ، الشعير ، تفل القهوة ، PDA

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

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie ,Option : Mycologie et Biotechnologie fongique

Multiplication de six variétés de champignons comestibles sur déchets agro-alimentaires

Ce travail porte sur la culture de plusieurs souches du genre *Pleurotus* à savoir: *Pleurotus ostreatus*(gris), *Pleurotus eryngii* (sauvage), *Pleurotus citrinopileatus*(jaune), *Pleurotus Djamor* (Rose) ,*Pleurotus cornucopiae* (gris*) ainsi que l'espèce du *Ganoderma lucidum* (reishi) et leurs multiplications sur substrats celluloses. En effet, la multiplication sur le milieu PDA, a permis d'obtenir un mycélium blanc de croissance rapide et sein au bout de quelques jours d'incubation à 30°C. Par ailleurs, la préparation de l'inoculum effectuée sur l'orge a donné des résultats remarquables avec une bonne dispersion du mycélium sur les graines. Les fruits de l'ensemble des souches multipliées ont été meilleurs d'un point de vue de morphologie du carpophore (petits chapeaux) ; sur les déchets de paille en comparaison avec l'autre déchet de Marc de café .

Mot clés : *Pleurotus*, *Ganoderma lucidum* ,orge, Marc de café, PDA.

Membre du jury :

Présidente : Mlle. ABDELAZIZ Wided (MCB. UFM Constantine1)

Encadreur : Mr. DEHIMAT Laid (Professeur.UFM Constantine1)

Examinatrice : Mme. ALMI Hiba (MAB. UFM Constantine1)

Présentée par : ZID Hizia Meroua
HAMRAOUI Randa

Année universitaire : 2019 -2020

