



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

Référence :2020/2021

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Messaoudi Souzane et Nasri Hafida

Le : lundi 28 juin 2021

Thème:

Valorisation et recyclage des déchets agricoles par culture des certaines champignons comestibles

Jury :

Mme. Amel CHOUIA	MAA	Université de Biskra	Président
Dr. RADOUANE SALAH Sara	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mlle. Hanane ACHOUR	MAA	Université de Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance pour avoir permis à la mienne de suivre la bonne voie, celle de la foi et du savoir et pour nous avoir guidés et soutenus nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenant à remercier vivement notre promotrice Mme ,Radouane Salah Sara pour avoir accepté de nous encadrer et aussi pour l'effort fournis, pour ses encouragements constants, ses précieux conseils, son soutien et surtout pour sa qualité humaine, sa modestie, sa disponibilité, tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Notre gratitude va aussi à tous les membres du jury qui, ont accepté de porter un jugement à ce mémoire

Un grand merci à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près dans l'accomplissement de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ont toujours été présents pour me soutenir, veiller à mon éducation et m'encourager à bien travailler dans tous ce que j'entreprends et plus particulièrement dans mes études. Je leur suis très reconnaissante .leur fierté à mon égard aujourd'hui est pour moi la meilleure des récompenses.

A tous mes amies qui m'ont toujours encouragé.

A tous ceux qui m'ont soutient de réaliser mon travail.

Hafida

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes parents ma mère et mon père mes premiers encadrant depuis ma naissance ;

A ma très chère mère, quelle trouve ici l'hommage de ma gratitude qui, si grand qu'elle puisse être, ne sera à l'hauteur de ces sacrifices et ses prière pour moi ;

A mes frères et ma chère sœur anfal et wissal à qui je souhaite beaucoup de réussite et de bonheur ; et dédicace tout famille messaoudi

A tous mes amis de promo Bac 2016 et Une personne spéciale m'a conseillé de choisir cette spécialité, un salut spécial à lui

Tous mes camarades de la promo 2021 ;

Et Tous que j'ai oubliés.

Une spéciale dédicace à Md.Redouane Salah Sara ;

Trouvez dans ce modeste travail mes sincères gratitude et reconnaissances.

Souzane

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Liste des Tableaux	I
Liste des Figures.....	II
Liste des abréviations	III
Introduction générale	4

PARTIE I SYNTHES BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les Champignons

1.1 Définition des champignons comestibles	2
1.2 Ecologie végétale	2
1.2.1 Habitat.....	2
1.3 Classification des champignons.....	2
1.3.1 Champignons inférieurs (micromycètes ou myxomycètes)	2
1.3.2 Champignons supérieurs (macromycètes)	2
1.4 Mode de vie de champignons.....	2
1.5 Les principales espèces comestibles cultivées dans le monde.....	4
1.5.1 Shiitake (<i>Lentinus edodes</i>)	4
1.5.2 L'hydne hérisson (<i>Hericium ernaceus</i>).....	4
1.5.3 Reishi (<i>Ganoderma lucidum</i>)	5
1.6 Les champignons comestibles et les champignons toxiques.....	6
1.7 Importance des champignons.....	6
1.7.1 Nutritionnels.....	6

1.7.2 Thérapeutiques.....	7
1.7.3 Socio-Economique	7
1.8 La culture des champignons sauvages.....	8

Chapitre 2

Déchets agricole de culture

2.1 Le marc de café.....	10
2.1.1 Définition.....	10
2.1.2 La composition chimiques du marc de café.....	10
2.1.3 Valorisation du marc de café.....	11
2.2 La paille de blé.....	11
2.2.1 Définition.....	11
2.2.2 Composition chimique.....	11
2.2.3 Valorisation de la paille de blé.....	12
2.3 Grignon d'olive.....	12
2.3.1 Définition.....	12
2.3.2 Composition chimique du grignon d'olive.....	12
2.3.3 Valorisation de grignon d'olive	13

Deuxième partie PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

3.1 Les souches de champignons comestibles étudiées dans plusieurs articles.....	14
3.2 Méthode de culture	15
3.4 Rendements de production des sporophores (carpophores).....	17

Chapitre 4: Résultats et Discussion

4.1 Résultats.....	21
4.1.1 Production de semences.....	21

4.1.2 Croissance du mycélium	22
4.1.4 Culture de POC et POL sur le marc de café	25
4.1.5 Productivité en sporophores.....	27
4.2 Discussion	31
Conclusion.....	32
Bibliographie	33

Annexes

Resumé

Liste des Tableaux

Tableau 1: Composition chimique du marc de café	10
Tableau 2: Composition chimique de la paille de blé.	11
Tableau 3: composition chimique des grignons d'olives (MS: Matière Séche ;MM : Matières Minérales ;MAT : Matières Azotées Totales ;CB: Cellulose brut ; MG: Matières Grasses)..	13
Tableau 4: Le tableau ci-dessous résume les différentes souches étudiées.	14
Tableau 5: Le tableau résumé la méthode de la culture.	15
Tableau 6: Temps d'incubation sur sorgho et nombre de bouteilles de semences produits. ..	21
Tableau 7: Evolution des souches isolées sur substrats à base de maïs et de sciure de bois .	22
Tableau 8: Rendement moyen en carphores des espèces en fonction du substrat.	23
Tableau 9: Diamètre moyen (cm) des colonies mycéliennes de <i>Pleurotus ostreatus</i> commerciale et de <i>Pleurotus ostreatus</i> localesur milieux PDA et ODDOUX BENAMAR .	25
Tableau 10: Résultats de la culture de POC et POL sur le marc de café brut	26
Tableau 11: Productivité en sporophores (g) de 17 ballots de 600 g chacun.....	28
Tableau 12: Croissance moyenne de la CPO sur le SOMW après 3et 6 jours d'incubations.	30

Liste des Figures

Figure 1: Shiitake (<i>Lentinus edode</i>).....	4
Figure 2: L'hydne hérisson (<i>Hericium ernace</i>).....	5
Figure 3: Reishi (<i>Ganoderma lucidum</i>).....	6
Figure 4: quelque exemple de culture des champignons saprophytes comestibles par excellence (Anonyme 4).(a) : champignons de paris (<i>Agaricus bisporus</i>). (B): <i>Pleurotus ostreatus</i> . (c): shiitaké (<i>lentinula edodes</i>).....	9
Figure 5: Croissance moyenne de la CPO sur le SOMW après 3 et 6 jours d'incubations.	27
Figure 6: Fructification de la souche POL (Souche C= POL).	27
Figure 7: Production des porophores de <i>Pleurotus tuber-regium</i> par technique de gobetage.	28
Figure 8: Fructification de CPO sur SOMW	29
Figure 9: Fructification de LPO (a) et de la CPO (b)	29

Liste des abréviations

CSC : champignon comestible sauvage.

PDA : Pomme de terre-Dextrose-Agar.

LPO : Pleurotus Ostreatus Locale.

CPO : Pleurotus Ostreatus Commerciale.

LSD : Least Signification Différence.

PT : Production Totale de Sporophores en grammes.

PS : Poids du Substrat en grammes.

PL : Poids du Lardon (semence) en grammes

WS : wheat straw, la paille de blé

SOMW : Substrat olive mill waste, Déchets de moulin à d'olive de substrat

Introduction générale

Les champignons sont des organismes eucaryotes à mode de vie hétérotrophe avec une nutrition qui s'effectue par absorption et une reproduction par le biais de spores. Ces spores produisent des mycéliums primaires qui se fusionnent entre eux pour former un mycélium secondaires qui dans des conditions normales, produit le carpophore. (Bokossa *et al.*, 2012)

Certaines espèces des champignons constituent des aliments succulents avec une valeur alimentaire extrêmement importante pour l'homme. Elles favorisent un apport supplémentaire de protéines, des vitamines, des sels minéraux et des sucres spéciaux tels que le tréhalose et le mannitol qu'on ne rencontre nulle part que chez les champignons. (Bokossa *et al.*, 2012)

Ce manuscrit a pour objectif de faire une synthèse des études liées aux champignons comestibles, dans le but de mettre en évidence les techniques de leur culture ainsi les déchets recyclés par le secteur agro-alimentaire qui peuvent constituer un meilleur substrat pour une bonne biomasse.

Dans la première partie, sont mentionnées des généralités concernant notamment les champignons comestibles leur écologie et leur mode de vie (chapitre 1), le recyclage des déchets dans le secteur agro-alimentaire particulièrement pour la culture des champignons comestibles.

Dans la deuxième partie, seront rapportées les différentes études scientifiques (les plus récentes), afin de mettre en évidence les différentes techniques de leur culture et le choix d'un meilleur substrat (déchet) pour un meilleur rendement en biomasse.

Enfin, la dernière partie présente une conclusion des articles étudié et analysés.

Première partie :

**PARTIE SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE**

Chapitre 1 :

Les Champignons

1.1 Définition des champignons comestibles

Les champignons sont des organes de fructification des macrofungi. Ils étaient autre fois appelés «la nourriture des dieux» et étaient toujours traités comme une garniture ou un mets délicat . Contrairement aux champignons toxiques, les champignons comestibles sont des champignons que l'on peut manger sans risque . Il existe cependant de nombreux champignons comestibles que dans beaucoup de pays, ont constitué pendant des siècles une partie de l'alimentation humaine, ils sont extrêmement appréciés comme source de nourriture en Europe de l'Est, ou plus de trente espèces sont vendues dans les commerces (Fernand, 1984)

1.2 Ecologie végétale

1.2.1 Habitat

Les champignons sont ubiquistes. Ils ont été observés dans presque tous les compartiments de l'environnement terrestre, dans de nombreuses régions du globe que ce soit en milieux continental ou océanique. (Atta, 2016)

1.3 Classification des champignons

1.3.1 Champignons inférieurs (micromycètes ou myxomycètes)

Les micromycètes sont des organismes unicellulaires. Ils sont constitués de plusieurs groupes, à savoir les levures, les moisissures etc.

1.3.2 Champignons supérieurs (macromycètes)

Les macromycètes (Ascomycota et Basidiomycota) sont caractérisés par un appareil végétatif connu sous le nom de mycélium constitué de filaments très fins encore appelés hyphes . Le mycélium vit toujours incorporé dans le substrat. Il se développe pour donner naissance à un organe aérien connu sous le nom de carpophores ou fructification lorsque les conditions environnementales de température et d'humidité sont favorables. Les fructifications présentent une grande variabilité morphologique selon les spécimens. (Atta, 2016)

1.4 Mode de vie de champignons

Les champignons ont un rôle très important dans la dégradation de la matière organique et constituent une part importante des décomposeurs sur Terre (Lutzoni *et al*, 2002). De plus, certains champignons peuvent être phytopathogènes ou provoquer des mycoses chez les animaux. Un troisième mode de vie, symbiotique, est également très répandu.

a) Saprophytisme

252

Les champignons ont un rôle très important dans le recyclage de la matière organique sur terre. Leur capacité d'exploration via l'extension des hyphes, couplée à la capacité de largage d'enzymes hydrolytiques, ont permis une colonisation d'une grande variété de substrats. Dans le sol, les champignons participent au cycle de l'azote par la dégradation de l'humus. Ils ont la capacité de consommer la cellulose ainsi que la lignine et sont considérés comme les principaux recycleurs de matière organique à partir de matériels végétaux. (Lutzoni *et al*, 2002)

b) Parasitisme et pathogénie

Environ 20% des espèces de champignons connues sont capables de parasitisme. On trouvera des parasites obligatoires, facultatifs ou opportunistes (Lutzoni, M, & Vilgalys, 2002). Les opportunistes sont des organismes saprophytes qui vont s'attaquer aux organismes dont les défenses sont affaiblies (Wiart, 1984). Les champignons peuvent attaquer tous les groupes du vivant, comme par exemple les plantes, les insectes, les animaux mais aussi les bactéries et les autres champignons. (Lutzoni *et al*, 2002)

c) Symbiose

Les associations symbiotiques entre champignons et végétaux supérieurs (mycorhize) constituent la forme de symbiose la plus répandue à l'échelle planétaire, On estime que 90% des végétaux contractent spontanément cette association (Smith & Read, 1997).

Les champignons vont développer un réseau de filaments mycéliens à partir de la racine et vont être impliqués dans la nutrition minérale des plantes. C'est d'ailleurs une association symbiotique qui aurait permis aux plantes de coloniser le milieu terrestre (Smith & Read, 1997). Outre leur capacité à augmenter l'exploration du milieu extérieur, les champignons vont également contribuer à la phyto-protection par félicitation des mécanismes de défense (Moreau, 2002) et produire des substances antibiotiques permettant de lutter contre d'autres microorganismes pathogènes à la plante.

Une autre forme de symbiose fortement répandue sur Terre est représentée par les lichens, qui sont constitués d'une association entre champignon (principalement du phylum Ascomycota) et une cyanobactérie. L'algue, capable de photosynthèse, va fournir les molécules organiques carbonées au champignon qui en retour fournira les éléments minéraux à l'algue (Simon *et al*. 1993).

1.5 Les principales espèces comestibles cultivées dans le monde

1.5.1 Shiitake (*Lentinus edodes*)

- Retrouvé dans les forêts de feuillus de la Chine, du Japon et de la Corée
- Toujours reconnu comme un gage de longévité, qui assure la santé et retarde les effets du vieillissement
- Bonne source de protéines, de niacine, de riboflavine et de thiamine
- Contient B2 et B12. (Demers, 2015)



Figure 1: Shiitake (*Lentinus edode*) (Demers, 2015)

1.5.2 L'hydne hérisson (*Hericium ernaceus*)

- Se retrouve de l'Amérique de Nord au Japon
- Pousse sur des troncs morts ou des souches de feuillus (chênes, érables, hêtres, etc.)
- Son apparence est très caractéristique. Aiguillons blancs, longs, flexibles qui retombent comme une crinière.
- Riche en protéine (32%), magnésium, fer, oligo-éléments, fibres alimentaires (30g/100g). (Demers, 2015)



Figure 2: L'hydne hérisson (*Hericium ernace*) (Demers, 2015)

1.5.3 Reishi (*Ganoderma lucidum*)

- Polypore retrouvé dans les régions chaudes tempérées, comme au nord des États-Unis
- Pousse sur des troncs morts et des souches de feuillus et de conifères, comme la pruche
- Champignon de l'Immortalité en Asie. Utilisé depuis des millénaires en médecine orientale. Associé à la sagesse, la santé, la longévité et le bonheur.
- Favorise le système immunitaire, soulage l'arthrite et atténue les effets secondaires causés par la chimiothérapie.
- Peut être cultivé sur billes ou souches de feuillus ou de conifères, comme le chêne, le saule, l'orme et les érables. (Demers, 2015)



Figure 3: Reishi (*Ganoderma lucidum*) (Demers, 2015)

1.6 Les champignons comestibles et les champignons toxiques

Les populations rurales ont des connaissances mycologiques traditionnelles leur permettant de reconnaître les champignons comestibles ou non. La notion de la « comestibilité » ou la « toxicité » varie d'un pays à l'autre (Oso, 1975 ; Lemoine et Claustres, 2002 ; Boa, 2006 ; Eyi Ndong, 2009). A titre d'exemple, en Finlande orientale, la fausse morille précuite, *Gyromitra esculenta*, est une spécialité culinaire par contre aux Etats-Unis, elle est toxique donc non comestible (Boa, 2006). De nombreux champignons supérieurs (≈ 1%) sont toxique, même mortels. Les espèces les plus vénéneuses sont souvent confondues avec les espèces comestibles (Romagnesi, 1995 ; Lemoine et Claustres, 2002 ; Viala et Botta, 2005). De nouvelles espèces, jadis reconnues comme comestibles, sont mortelles ou très toxique à l'état cru. D'autres s'avèrent mortelles en cas de surconsommation (Viala et Botta, 2005). Dans le cas d'une intoxication due aux champignons vénéneux. Les symptômes se manifestent immédiatement ou après une période d'incubation variable. Selon les types de champignon ingéré. On distingue deux types des syndromes selon la toxine responsable et l'effet qu'elle produit (Viala *et al.*, Botta, 2005 ; Brandão *et al.*, 2011).

1.7 Importance des champignons

1.7.1 Nutritionnels

Des études récentes ont montré que les champignons sont faibles en gras et riches en polysaccharides, en protéines et minéraux. Les champignons sont composés de 80 à 90% d'eau. Cependant, la matière sèche est composée surtout des protéines. C'est pourquoi on appelle des champignons « viande de forêt ». Les champignons contiennent environ 1 à 10%

de graisse (dont les acides gras polyinsaturés (AGPI). La faible teneur en graisse (avec un apport précieux des acides gras insaturés) fait des champignons une alternative intéressante pour des personnes souffrantes d'obésités. La teneur en glucides des champignons varie de 50 à 65 % du poids sec.

Les champignons sont riches en vitamines et aussi en sels minéraux. Tout d'abord ils ont une bonne source de vitamines du groupe B, qui jouent un rôle important dans le système nerveux. La présence des vitamines B₃ et B₅ dans les champignons peut être comparée à leur quantité dans de tels produits-modèles comme le foie. En plus, la quantité de vitamine B₁ dans les champignons est semblable à la quantité de cette vitamine dans les graines de céréales. Les champignons sont aussi une source importante des composants minéraux importants. Ils sont une des sources les plus riches de sélénium, jouant un rôle important dans le système immunologique. (Amos, 2016)

1.7.2 Thérapeutiques

Les champignons sauvages comestibles sont riches en composés antioxydants favorisant le bon fonctionnement de l'organisme. La lécithine, une protéine extraite du champignon *Lentinula edodes*, s'est avérée non toxique même à des doses élevées sur des souris (10 000 mg/kg de masse de souris). Mais avait plutôt des propriétés anti-tumorale, anti-proliférative, vasorelaxante, antifongique, antivirale, antibactérienne et hypotensive. Des études ont mis en valeur les connaissances des populations en montrant l'utilisation des champignons à des fins thérapeutiques tels que le traitement des plaies et des vers intestinaux. Ainsi, il semble évident que les champignons sauvages comestibles ont bien des applications dans le domaine thérapeutique. Et sont utilisés comme de nouvelles sources de produits pharmaceutiques. (Amos, 2016)

1.7.3 Socio-Economique

L'importance des champignons sauvages comestibles pour les populations des pays en développement parmi les produits forestiers non ligneux a pu aussi ne pas être remarquée pour la simple raison qu'une grande partie des cueillettes est destinée à un usage personnel. La récolte et le commerce des champignons sauvages comestibles sont considérés comme économiquement importants dans de nombreuses régions rurales de l'Afrique. En Afrique de l'Ouest, en particulier le Bénin, le Togo et le Ghana, la culture de champignons du genre *Pleurotus* génère des revenus, en particulier pour les femmes, contribuant ainsi à leur autonomie économique. Cependant, en dépit de la production naturelle élevée de

champignons comestibles dans ces pays, leur récolte et le commerce sont des activités occasionnelles. Aussi la cueillette des champignons forestiers comestibles est une activité de grande valeur commerciale dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement. Cette activité est bien établie en Europe, en Asie et dans l'Ouest américain et canadien. La récolte et la vente des champignons constituent également une véritable activité commerciale dans plusieurs pays africains, notamment au Congo, en Tanzanie, en Zambie, au Nord du Malawi, au Gabon et au Zimbabwe, pendant la saison de cueillette qui dure de 3 à 4 mois chaque année. La plupart des espèces ectomycorhiziennes les plus prisées sont : *Tricholoma matsutaloe*, *Morchella elata*, *Cantharellus cibarius* et *Boletus edulis*. Les champignons ont des destinations commerciales bien ciblées selon les espèces : les bolets, les morilles et les chanterelles sont surtout recherchés par les pays d'Europe de l'Ouest : France, Italie, Allemagne et peu par les pays d'Amérique de Nord (États-Unis et Canada). Le matsutake est majoritairement demandé par les pays asiatiques, il vient principalement du Canada, 2ème pays exportateur de ce champignon après la Chine. (Amos, 2016)

1.8 La culture des champignons sauvages

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*), le strophaire (*Stropharia rugosoannulata*), des coprins (*Coprinus comatus*), la volvaire asiatique (*Volvariella volvacea*), la pholiote asiatique (*Pholiota nameko*) et de nouvelles espèces récemment introduites à grandes échelles (*Flammulina velutipes*, *Lepista nuda*), (figure 4). Les principales espèces sont cultivées sur une variété de substrats organiques. Incluant les déchets de la production de coton, de café. Les industries de champignons utilisent de

technologies qui sont bien établies et maîtrisées dans de nombreux pays. (Blandeau, 2012)



Figure 4: quelque exemple de culture des champignons saprophytes comestibles par excellence (Anonyme 4).(a) : champignons de paris (*Agaricus bisporus*). (B): *Pleurotus ostreatus*. (c): shiitaké (*Lentinula edodes*). (Mesfek, 2014)

La culture de champignons en Afrique (mshigeni et chang, 2000m in Boa, 2006), Mexique (martinez-carrera et al, 2001) et d'amazonie au Brésil intéresse ces pays du point de vue économique et alimentaire. La culture à petite échelle a lieu partout en Chine et pourrait fournir un modèle approprié pour le transfert de technologie. La culture du champignon de paille (*Volvariella volvacea*) est intégrée avec la production de riz au Viêt Nam (Boa, 2006)

À l'U.S.A. (Pennsylvanie et Californie) sont les plus grands producteurs de champignons comestibles. La production annuelle est >2.2 milliard de kg, soit un marché d'environ 1 milliard de dollars. (Nebros, 2008)

Les champignons ectomycorhiziens peuvent aussi être cultivés par inoculation des arbres avec un champignon naturellement adapté (truffe, lactaires, bolets) qui s'associe avec les racines et forme des ectomycorhizes. La maîtrise de la mycorhization contrôlée (champignon /arbre) assure une production durable des sporophores, cette production, offre des perspectives économiques parfois supérieures à celles procurées par l'exploitation du bois (Blandeau, 2012).

Chapitre 2:

Déchets agricole de culture

2.1 Le marc de café

2.1.1 Définition

Le marc de café est le résidu de la consommation du café soluble obtenu après torréfaction des grains de café marchands, après mouture et extraction à l'eau bouillante ou à la vapeur d'eau. Il représente selon Barbera (1965) les 3/5 du café vert.

2.1.2 La composition chimique du marc de café

Les polysaccharides sont des éléments les plus abondants dans le marc de café. Il s'agit de cellulose, d'hémicellulose et de lignine (Tableau 1).

Tableau 1: Composition chimique du marc de café (Malika, 2016)

Composé chimique	Quantité (g/100g de matière sèche)
Cellulose	12,40
Hémicellulose	39,90
Lignine	23,90
Protéines	17,44
Lipides	2,29
Azotes	2,79
Carbone (C)	47,18
C/N	16,91

Cendres	1,30
---------	------

Il est relativement riche en protéines mais sa richesse en lignine peut constituer un facteur limitant pour son exploitation. (Malika, 2016)

2.1.3 Valorisation du marc de café

Au vue des quantités produites chaque année, c'est une nécessité de trouver un moyen de faire du marc de café un produit à valeur ajoutée. La richesse en acides gras, lignine, cellulose, hémicellulose et autres polysaccharides du marc de café est un atout, et offre de nombreuses possibilités de valorisation du marc de café surtout comme un milieu de culture pour les champignons comestibles. (Malika, 2016)

2.2 La paille de blé

2.2.1 Définition

La paille de blé est constituée par la tige avec les feuilles et l'épi ou rachis à son sommet, secs (Zeitoun, 2011)

2.2.2 Composition chimique

D'une manière générale, les pailles de céréales sont riches en constituants 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) (Tableau 2)

Tableau 2: Composition chimique de la paille de blé (Février & Willequet, 2009)

Composé	Pourcentage de matière sèche
Hémicelluloses	31.7 ± 2.2
Lignine	10.0 ± 1.3
Cellulose	40.8 ± 3.0
Protéines	2.4 ± 0.4

Cendres	5.9 ± 1.0
---------	-----------

2. 2.3 Valorisation de la paille de blé

Les pailles peuvent servir comme amendement organique ou minéral du sol. Elles constituent une source d'alcalinité. On estime, en effet, la teneur moyenne en CaO de la paille à 12g/kg de matière brute. (Mansour, 2013)

L'enfouissement des résidus de culture, y compris les pailles, correspond à un apport d'éléments minéraux P et K pour la culture suivante. La décomposition des pailles libère des éléments dont l'efficacité est équivalente à celle d'un engrais minéral soluble et la restitution d'une tonne de paille apporte 400 kg de carbone et 6 kg d'azote au sol. Au cours de la décomposition de la paille, la majeure partie du carbone part dans l'atmosphère sous forme de CO₂ alors que tout l'azote est recyclé et reste dans le sol. (Mansour, 2013)

La paille de blé peut être utilisée comme litière pour les animaux ou comme source d'énergie thermique (Février & Willequet, 2009). Elle peut servir également de matière première renouvelable et peu coûteuse pour des biocarburants (bioéthanol). Elle peut être aussi utilisée comme substrat de culture de champignon de couche en mélange avec du fumier de cheval (Zeitoun, 2011) ou bien comme substrat de culture aux pleurotes, seule ou en mélange avec du grignon d'olive ou du marc de café. (Mansour, 2013)

2.3 Grignon d'olive

2.3.1 Définition

Ce sont des déchets solides résultants suite aux extractions d'huile d'olive. Ils comprennent l'épicarpe du fruit (pellicule), le mésocarpe (pulpe et chaire) dont la masse est de 21%, l'endocarpe (coque et amande).

2.3.2 Composition chimique du grignon d'olive

La composition chimique de grignons varie en fonction des variétés d'olives triturées (tableau 3) (Nefzaoui, 1984).

Tableau 3: composition chimique des grignons d'olives (MS: Matière Sèche ;MM : Matières Minérales ;MAT : Matières Azotées Totales ;CB: Cellulose brut ; MG: Matières Grasses) (Nefzaoui, 1984)

(MS)	(MM)	(MAT)	(CB)	(MG)
75-80%	3-5%	5-10%	35-50%	8-15%

Plus simplement, on peut considérer que le grignon est composé d'une fraction riche en lignine provenant des fragments de noyaux, et une autre renfermant principalement des glucides, comme la cellulose et l'hémicellulose et, dans une moindre mesure, des protéines et de l'huile résiduelle qui dépend de la technique d'extraction (Nefzaoui, 1984).

3.3.3 Valorisation de grignon d'olive

Les grignons d'olive contiennent une teneur élevée en polyphénols, ce qui pose de sérieux problèmes environnementaux. Mais grâce à leur richesse en matière organique et minérale, les grignons d'olives peuvent être valorisés dans divers domaines.

La première étape de valorisation des grignons bruts, quand ils ne sont pas destinés à la fermentation, est l'extraction de l'huile résiduelle par solvant. Cette technique permet la récupération d'au moins 6% d'huile alimentaire appelée souvent « huile de grignons ».

Dans le domaine agricole, les grignons d'olives peuvent être employés comme fertilisant, après avoir subi un compostage pour faciliter sa dégradation et éliminer ses effets phytotoxiques. (Nadjet, 2016)

De plus, ce sous-produit de l'industrie oléicole peut être utilisé en tant qu'aliment pour bétail. Les grignons épuisés tamisés (sans noyaux), sont de conservation facile et ont une meilleure valeur alimentaire.

La fermentation des grignons d'olives en milieu solide par des champignons thermophiles et filamenteux produit une panoplie de composés d'arômes d'intérêt agroalimentaire, cosmétique et même pharmaceutique. (Nadjet, 2016)

Deuxième partie :
Analyse Des Articles

Chapitre 3 :

Matériels et Méthodes

En raison des circonstances sanitaires du Covid 19, nous n'avons pas pu faire les travaux pratiques. Pour cela, la deuxième partie est consacrée pour une étude comparative, entre les travaux qui abordent la culture des champignons comestibles dans divers déchets agricoles.

3.1 Les souches de champignons comestibles étudiées dans plusieurs articles

Tableau 4: Le tableau ci-dessous résume les différentes souches étudiées.

La souche commercial	La région d'étude	Le déchet agricole	référence
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Oued-Aissi, petit village situé à 12 km à l'Est du chef-lieu de la willaya de Tizi-Ouzou (Algérie)	Marc de café sec	Mansour <i>et al.</i> , 2013)
* <i>Auricularia cornea</i> , * <i>Agrocybe elegantior</i> , * <i>Coprinus</i> sp, * <i>Ganoderma lucidum</i> , * <i>Lentinus squarrosulus</i> , * <i>Marasmiellus inoderma</i> , * <i>Pleurotus flabellatus</i> , * <i>Pleurotus ostreatus</i> , * <i>Psathyrella tuberculata</i> , * <i>Volvariella volvacea</i>	réalisé dans le district d'Abidjan, spécifiquement au Centre National de Floristique,	la sciure de bois, la paille de riz, milieu gélosé, feuilles de bananier, rafles de palmier	(Pitta <i>et al.</i> , 2020)
<i>Pleurotus tuber-regium</i>	République Démocratique du Congo	pailles de riz et sciure de bois	Mwinyi Wa <i>et al.</i> , 2020
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Tizi-Ouzou en Algérie	la paille de blé, grignon d'olive, les grains d'orge	(Malika-benamar <i>et al.</i> , 2013)

* <i>Pleurotus Florida</i> <i>Singer</i> * <i>Pleurotus sajour-caju</i>	République Démocratique du Congo	sciure de bois, la bagasse de canne à sucre et de gousses sèches	(Diansambu et al., 2016)
---	----------------------------------	--	--------------------------

3.2 Méthode de culture

Tableau 5: Le tableau résumé la méthode de la culture.

Méthode de culture	Référence
<p>*Le champignon comestible a été isolé une souche locale de Pleurote en huître (<i>Pleurotus ostreatus</i>) à partir de son hôte, le Ricin(Tizi-Ouzou, Algérie).</p> <p>*La croissance a été suivi sur milieux PDA et Oddoux.</p> <p>*Le mycélium obtenu, est inoculé dans le marc de café brut, pasteurisé. Ce dernier provient de collectes quotidiennes dans des cafés publics à Tizi-Ouzou.</p> <p>*La technique de culture choisie est la culture en sacs.</p> <p>*L'incubation se fait à 25 - 28°C alors que la fructification se fait à une température de 20°C associée à une humidité de 70-80%.</p>	(Mansour et al., 2013)
<p><i>Auricularia cornea</i>, <i>Agrocybe elegantior</i>, <i>Coprinus sp.</i>, <i>Ganoderma lucidum</i>, <i>Lentinus squarrosulus</i>, <i>Marasmiellus inoderma</i>, <i>Pleurotus flabellatus</i>, <i>Pleurotus ostreatus</i>, <i>Psathyrella tuberculata et</i>, <i>Volvariella volvacea</i> ces espèces ont été inoculées sur milieu gélosé et repiquées sur sorgho trempé pendant 24 h afin d'obtenir des semences.</p>	(Pitta et al., 2020)
<p><i>Auricularia cornea</i>, <i>Agrocybe elegantior</i>, <i>Coprinus sp.</i>, <i>Ganoderma lucidum</i>, <i>Lentinus squarrosulus</i>, <i>Marasmiellus inoderma</i>, <i>Pleurotus flabellatus</i>, <i>Pleurotus ostreatus</i>, <i>Psathyrella tuberculata et</i>, <i>Volvariella volvacea</i> ont été sélectionnées en vue d'être testées sur quatre substrats organiques locaux.</p> <p>*Ces espèces ont été inoculées sur milieu gélosé et repiquées sur sorgho</p>	Mwinyi et al., 2020

<p>trempe pendant 24 h afin d'obtenir des semences.</p> <p>*Les semences obtenues ont été testées sur des substrats de paille de riz, feuilles de bananier, rafles de palmier et, sciure bois.</p>	
<p>*Isolement de souche locale de <i>Pleurotus ostreatus</i> puis la conservée dans un tube PDA à 48C et variété cultivée tous les 3 à 4 mois.</p> <p>*Incubation pendant 8 jours à Dix réplicats par souche ont été utilisés.</p> <p>*Humidification et stérilisations des grains d'orge pendant 1h et repiquage de mycélium dans le déchet qui ont déjà pasteurisés.</p>	(Malika <i>et al.</i> , 2013)
<p>*Deux souches de deux espèces fongiques (<i>Pleurotus Florida Singer et Pleurotus Sajor-Caju</i>) ont été isolées sur milieu gélosé Potato Dextrose Agar (PDA).</p> <p>*Préparation du substrat de culture :</p> <ul style="list-style-type: none"> -grains de maïs et de sciure de bois. -Trois substrats lignocellulosiques : bagasse de canne à sucre (<i>Saccharum Officinarum</i>), sciure de bois de <i>Terminalia superba</i> et gousses sèches d'<i>Acacia auriculiformis</i>. Ces derniers ont été trempés dans l'eau pendant 24 heures, fermentés sous bâche pendant 10 jours puis, compostés pendant 30 jours tour à tour. <p>*Pasteurisation des substrats par immersion dans l'eau chaude dans une glacière en deux expositions successives à 80°C pendant 3 heures, séparées d'une exposition à l'ambiante (10 kg de déchets dans 20 litres d'eau chaude) ; pasteurisés dans un baril de 200 litres pendant 6h et stérilisés (dans une autoclave à 120°C pendant 1h30 sous une pression de 1 atm).</p> <p>*Les mycéliums des deux espèces testées ont bien envahi les supports.</p> <p>*La croissance des deux souches varie de 17-20 jours sur le substrat à base de maïs et de 25-30 jours sur le substrat à base de sciure de bois.</p>	(Diansambu <i>et al.</i> , 2016)

3.4 Rendements de production des sporophores (carpophores)

Le rendement frais a été calculé suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{PT}}{\text{PS} + \text{PL}} \times 100$$

Où :

PT = Production Totale de sporophores en grammes ;

PS = Poids du substrat en grammes ;

PL = Poids du lardon (semence) en grammes.

Chapitre 4:

Résultats et Discussion

4.1 Résultats

4.1.1 Production de semences

Les résultats obtenus d'après l'étude de (Pitta *et al.*, 2020) représentent le temps d'incubation sur sorgho et nombre de bouteilles de semences produits dans le tableau 6.

Tableau 6: Temps d'incubation sur sorgho et nombre de bouteilles de semences produits (Pitta *et al.*, 2020)

Espèces	Temps d'incubation sur sorgho (jour)	Nombre de bouteilles de semences
<i>Agrocybe elegantior</i>	12-14	8
<i>Coprinussp.</i>	13-15	3
<i>Ganodermalucidum</i>	20-23	27
<i>Lentinus squarrosulus</i>	11-13	14
<i>Leucoagaricuscf. americanus</i>	15-17	4
<i>Marasmiellus inoderma</i>	09-11	4
<i>Pleurotus ostreatus</i>	21-23	329
<i>Psathyrella tuberculata</i>	10-12	12
<i>Volvariella volvacea</i>	35-40	46

Les neuf espèces étudiées présentent un taux de réussite élevé et ils ont bien envahi le sorgho. Le temps d'incubation du mycélium est consigné dans le tableau 2 et varie de 09 à 40 jours. L'espèce *Marasmiellus inoderma* présente le temps d'incubation le plus court compris entre 09 et 11 jours. L'espèce *Volvariella volvacea* présente le temps d'incubation le plus long avec une durée de 35 à 40 jours.

Psathyrella tuberculata une durée d'incubation comprise entre 10 et 12 jours. *Lentinus squarrosulus* présente un temps d'incubation entre 11 et 13 jours. Les espèces *Agrocybe elegantior*, *Leucoagaricus* cf. *Americanus* et *Pleurotus ostreatus* enregistrent des temps d'incubation de 12 à 14 jours, 15 à 17 jours et 21 à 23 jours, respectivement. *Pleurotus ostreatus* enregistre le plus grand nombre de bouteilles de semences produites avec 329 bouteilles de semences. Elle est suivie de *Volvariella volvacea* avec une production de 46 bouteilles de semences.

Le plus fiable nombre de bouteilles de semences produites s'observe chez l'espèce *Coprinus* sp. avec 3 bouteilles de semences (Pitta *et al.*, 2020)

Selon (Benamar *et al.*, 2013), la fabrication du blanc de semence a nécessité 3 à 4 semaines. La souche locale de *pleurotus ostreatus* et la souche commerciale de *pleurotus ostreatus* ont présenté une bonne croissance mycélienne. L'humidification et la stérilisation utilisées ont permis une bonne hydratation des grains d'orge. Ces derniers sont bien enrobés de mycélium blanc d'aspect dense.

D'après l'étude de (Diansambu *et al.*, 2016), le temps d'envahissement des mycéliums de deux souches sur substrats à base de maïs et de sciure de bois est consigné dans le tableau.

Tableau 7: Evolution des souches isolées sur substrats à base de maïs et de sciure de bois (Diansamb *et al.*, 2016)

Espèce	Souches	Temps d'incubation en jours	
		Sur grain de maïs	Sur sciure de bois
<i>Pleurotus Florida Singer</i>	2135/Mycelia	18-20	26-30
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	1259/Mycelia	17-19	25-29

Les mycéliums de deux espèces testées ont bien envahi les supports de semis à base de maïs et de sciure de bois. Le temps d'incubation de ces deux souches varie de 17-20 jours sur le semis à base de maïs et de 25-30 jours sur le semis à base de sciure de bois.

4.1.2 Croissance du mycélium

La vitesse moyenne de croissance du mycélium est de $0,24 \pm 0,11$ cm/jour sur milieu PDA, de $0,75 \pm 0,29$ cm/jour sur le substrat de semis constitué de grains de sorgho et de $0,90 \pm 0,33$ cm/jour sur le substrat des ballots de fructification. (Waziri *et al.*, 2020)

4.1.3 Production des carpophores

Les résultats dans le tableau 8 montre les rendements moyen en carphores des certaines espèces en fonction du substrat.

Tableau 8: Rendement moyen en carphores des espèces en fonction du substrat (Pitta *et al.*, 2020)

Espèces	Paille de riz	Feuilles de bananier	Sciure de bois	Rafles de palmier	Résultat du test
<i>Agrocybe elegantior</i>	$70,79 \pm 92,23a$	$10,1 \pm 10,52ab$		$163,13 \pm 95,67b$	$F = 12,21 ; P = 0,002$
<i>Marasmiellus inoderma</i>	$15,7 \pm 4,33ab$	$48,69 \pm 31,46c$		$21,4 \pm 4,14a$	$F = 4,5 ; P = 0,02$
<i>Lentinus squarrosulus</i>	$2,62 \pm 7,87a$	0b	$48,69 \pm 31,46c$		$F = 19,32 ; P < 0,0001$
<i>Pleurotus ostreatus</i>	$186,99 \pm 29,19a$	$105,83 \pm 14,31c$	$132,26 \pm 22,80b$		$F = 9,72 ; P = 0,008$

Légende : les moyennes portant les mêmes lettres sont statistiquement égales

Selon le **tableau 8** on remarque que l'espèce *Agrocybe elegantior* présente un rendement en carpophores plus élevé sur les rafles de palmier ($163,13 \pm 95,67$ g/Kg de substrat) que sur la paille de riz ($70,79 \pm 92,23$ g/Kg de substrat) et sur les feuilles de bananier ($10,1 \pm 10,52$ g/Kg de substrat).

La différence entre ces valeurs moyennes est significative ($F = 12,21$; $P = 0,002$), (tableau3). Le rendement de *Marasmiellus inoderma* sur les rafles de palmier est meilleur avec une valeur de $21,4 \pm 4,1$ g/Kg de substrat que les feuilles de bananier et la paille de riz avec des valeurs respectives de $19,7 \pm 5,01$ g/Kg de substrat et $15,7 \pm 4,33$ g/Kg de substrat. La différence entre ces valeurs moyennes est significative ($F = 4,5$; $P = 0,02$) (tableau 3). Pour *Lentinus squarrosulus*, le rendement en carpophores est plus important sur la sciure de bois ($48,69 \pm 31,46$ g/kg de substrat) que sur la paille de riz ($5,9 \pm 7,87$ g/kg de substrat) et les feuilles de bananier (0 g/Kg de substrat). La différence entre ces valeurs moyennes est significative ($F = 19,32$; $P < 0,0001$) (tableau 2). Quant à l'espèce *Pleurotus ostreatus*, le rendement en carpophores est plus élevé sur la paille de riz avec une valeur de $186,87 \pm 29,19$ g/Kg de substrat. Ce rendement est suivi respectivement de ceux obtenus sur la sciure de bois et les feuilles de bananier avec des valeurs de $132,26 \pm 22,80$ g/Kg de substrat et $105,83 \pm 14,31$ g/Kg de substrat. La différence entre ces valeurs moyennes est significative ($F = 9,72$; $P = 0,008$) (tableau 3), (Pitta *et al.*, 2020)

Selon (Diansambu *et al*, 2016) on trouve que les rendements moyens en sporophores les plus élevés ont été enregistrés avec la souche 1259/*Mycelia de Pleurotus sajor-caju* sur les substrats bagasse compostée et pasteurisée(19%), sciure compostée et pasteurisée (19%), bagasse compostée et stérilisée (19%) et sciure compostée et stérilisée(18%). Des rendements moyens en sporophores les plus élevés ont été enregistrés avec la souche 2135/*Mycelia de Pleurotus florida* sur les substrats bagasse compostée et stérilisée(21%), bagasse compostée et pasteurisée (17%) et gousses compostées et stérilisées (17%).

(Benamar *et al*, 2013), ont enregistré une croissance mycélienne des deux souches de *P. ostreatus*, POC (*Pleurotus ostreatus commerciale*) et POL (*Pleurotus ostreatus locale*), sur milieu PDA (Pomme de terre-Dextrose-Agar)dès le 2^{ème} jour d'incubation. Treize jours sont nécessaires à un envahissement complet de la surface du milieu de culture.

Le mycélium obtenu pour les deux souches est sous forme de filaments d'aspect dense, vigoureux et de couleur blanche. Sur le milieu Oddoux, *Pleurotus ostreatus locale* croit de la

même manière que *Pleurotus ostreatus commerciale*, par contre sur le milieu Pomme de terre-Dextrose-Agar., *Pleurotus ostreatus commerciale* présente une vitesse de croissance plus forte : au 10ème jour d'incubation.

Les résultats dans (le tableau 09) représentent que le diamètre moyen des colonies développées par *Pleurotus ostreatus commerciale* est significativement supérieur à celui de POL.

Tableau 9: Diamètre moyen (cm) des colonies mycéliennes de *Pleurotus ostreatus commerciale* et de *Pleurotus ostreatus locale* sur milieux PDA et ODDOUX (Benamar *et al.*, 2013)

Souches	Milieux de culture	
	PDA	ODDOUX
POC	7.31 ± 0.73*A	5.64 ± 1.53 *B
POL	6.36 ± 0.85 *B	5.76 ± 1.78 *B

* moyenne ± écart type de 10 répétitions

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au risque α 5%, test de Student.

4.1.4 Culture de POC et POL sur le marc de café

Le tableau 10 représente les résultats obtenus au cours de la culture de POC et de POL. L'incubation du marc de café ensemencé a duré 2 mois. Deux sacs de POL et 1 sac de POC sont éliminés pour des raisons de contamination par des moisissures du genre *Aspergillus* et *Penicillium*. La maturation des carpophores a nécessité trois à quatre jours. La face supérieure des chapeaux est de couleur brunâtre pour les deux souches, légèrement plus foncée chez la souche POL, et l'hyménium est blanc (figure 5 et 6).

Le pied est plus développé que le chapeau ce qui indique un manque de lumière. Chez POL la masse maximale atteinte par certains carpophores est de 20g alors que chez la souche POC elle est double (40g) mais les masses moyennes des carpophores de POC et de POL ne présentent pas de différence significative au risque α 5% du test de Student. La souche POC a produit plus de carpophores. Son rendement est significativement supérieur à celui de POL sur ce résidu (Tableau 10). POC est donc plus performante que POL. (Benamar *et al.*, 2013).

Tableau 10: Résultats de la culture de POC et POL sur le marc de café brut (Benamar *et al.*, 2013)

Caractère considéré	POC	POL
Temps d'incubation (jours)	60	60
Surface occupée par le mycélium à la fin d'incubation	Totalité	Totalité
Aspect du mycélium	Blanc, rhizomorphique	Blanc, rhizomorphique
Nombre de sacs contaminés	01	02
Nombre de sacs réellement mis en Fructifications	09	08
Nombre moyen de carpophores par touffe	23	12
Nombre total de carpophores récoltés	760	393
Masse moyenne des carpophores (g)	7,48	8,02
Rendement de la 1ère volée (g, carpophores / sac de 2kg de marc sec)	457,65 ± 158,22	306,73 ± 215,53
Rendement de la 2ème volée (g carpophores / sac de 2kg de marc sec)	165,86 ± 61,11	86,81 ± 57,94
Rendement total (g de carpophores / souche / sac de 2kg de marc sec)	623,51 ± 183,30	393,54 ± 188,00

* : moyennes des rendements avec écart type sur 9 sacs de culture pour POC et 8 sacs pour POL.



Figure 5: Croissance moyenne de la CPO sur le SOMW après 3 et 6 jours d'incubations (Benamar *et al.*, 2013)



Figure 6: Fructification de la souche POL (Souche C= POL) (Benamar *et al.*., 2013)

4.1.5 Productivité en sporophores

L'envahissement complet des ballots de fructification par le mycélium est observé après 27 jours d'incubation. Quatorze jours s'écoulent ensuite avant la formation des sclérotés. La première levée survient 10 jours après la mise en terre des ballots fructifères contenant les sclérotés (Figure 3). La récolte est réalisée 3 à 4 jours après l'apparition des sporophores car ceux-ci deviennent rapidement coriaces et leur appétence en est diminuée. Deux autres levées se succèdent à un intervalle d'environ 30 jours.



Figure 7: Production des porophores de *Pleurotus tuber-regium* par technique de gobetage (Waziri *et al.*, 2020)

La productivité en sporophores est détaillée au Tableau 11

Tableau 11: Productivité en sporophores (g) de 17 ballots de 600 g chacun (Waziri *et al.*, 2020)

	Levée 1	Levée 2	Levée 3
Poids total (g)	2354,4	1317	638,6
Poids moyenne (g) par ballot	138,49 ±45,90	77,47 ±28,33	37,56 ±24,88
Rendement	23,08 ±0,55	12,91 ±0,31	6,26 ±0,15

À l'issue des trois levées, les 17 ballots de fructification de 600 g (soit 10.200 g de substrat) ont produit un total de 4310 g de sporophores frais, soit un rendement total de 42,25 %. Le poids le plus élevé est enregistré lors de la première levée et diminue ensuite jusqu'à l'épuisement du substrat. Le rendement par levée est obtenu en divisant le poids total de .- sporophores produits par le poids total du substrat. (Mwinyi *et al.*, 2020) Le blanc a été obtenu après une incubation de 8 à 10 jrs et il était de bonne qualité avec les grains d'orge, bien recouverts par un mycélium blanc ressemblant à une racine. La capacité des deux souches : la souche de *Pleurotus Ostreatus commerciale* et la souche de *Pleurotus Ostreatus locale* à coloniser le (SOMW=Substrat olive mill waste, Déchets de moulin à d'olive de substrat) pasteurisé n'était pas significativement différente (**tableau 12**). Il

convient de noter que le taux moyen de croissance mycélienne entre le jour 0 et le jour 3 était de 0.5-0.6cm² /jour, alors qu'il était 1.05cm²/jour entre le jour 3 et 6 cela montre que le SOMW pasteurisé est un bon substrat pour *Pleurotus Ostreatus*.



Figure 8: Fructification de CPO sur SOMW (Benamar *et al.*, 2013)



Figure 9: Fructification de LPO (a) et de la CPO (b) (Benamar *et al.*, 2013)

En ce qui concerne les fructifications (**figure 8 et 9**), les fructifications se sont formées de façon continue sur les deux substrats Déchets de moulin à d'olive de substrat et Déchets de moulin à d'olive de substrat sèche. L'ajout de paille de blé (10%) et de carbonate de calcium (2%) a permis d'améliorer significativement les rendements des deux souches. Dans le cas de la SOMW seul, il n'y a pas de différences significatives entre les souches pour la plupart des paramètres, mais en moyenne, les *Pleurotus Ostreatus commerciale* sont tendance à produire des pourcentages plus élevés de petites fructifications que les *Pleurotus Ostreatus locales*. Dans l'eau de SOMW avec 10% de (WS=wheat straw, la paille de blé) et 2% de Ca CO₃ (SOMWS=Substrat olive mill waste, Déchets de moulin à d'olive de substrat sèche), les rendements de la souche locale de *Pleurotus Ostreatus* étaient significativement plus élevés (P =0.05) que ceux de la souche commerciale P535.

Tableau 12: Croissance moyenne de la CPO sur le SOMW après 3 et 6 jours d'incubations (Benamar *et al.*, 2013)

Souche	Période d'incubation (jours)	Moyenne de la croissance de mycélium en cm ²
CPO	3	1.84 0.44*
CPO	6	6.15 1.45*
LPO	3	1.63 0.35*
LPO	6	6.13 1.09*

Cependant, les fructifications formées par le CPO avaient des chapeaux avec un diamètre moyen plus grand

4.2 Discussion

Selon (Pitta *et al.*, 2020) on trouve que le taux de réussite globalement élevé des semences de l'ensemble des espèces testées montre que la production des semences a été réalisée dans des conditions environnementales adéquates. Ces conditions environnementales ont tenu compte d'une température comprise 27°C et 30°C et d'un taux d'humidité relative de l'ordre de 80 à 90 %. Le temps d'incubation relativement court des semences des espèces telles que *Agrocybe elegantior*, *Coprinus* sp., *Marasmiellus inoderma*, *Lentinus squarrosulus*, *Leucoagaricus* cf. *Americanus* et, *Psathyrella tuberculata* traduit une vitesse de croissance élevée du mycélium de ces espèces.

L'analyse du rendement montre une variabilité en fonction du substrat. Ainsi, les rafles de palmier sont favorables à une bonne production d'*Agrocybe elegantior* et *Marasmiellus inoderma*. La paille de riz et la sciure de bois offre respectivement un bon rendement en carpophores de *Pleurotus ostreatus* et de *Lentinus squarrosulus*. Concernant, le substrat à base de sciure de bois, essentiellement constitué de la lignine et de la cellulose, c'est un substrat approprié pour la croissance des carpophores de *Lentinus squarrosulus*. En effet, cette observation est remarquable dans le milieu naturel où l'espèce saprotrophe fructifie généralement sur le bois mort. Les études ont également montré que *Lentinus squarrosulus* présente un bon rendement sur la sciure de bois. Le rendement élevé de *Pleurotus ostreatus* sur la paille de riz peut s'expliquer par la disponibilité des nutriments facilement assimilables dans ce substrat. De plus, la paille de riz favorise une bonne incorporation de l'humidité grâce à sa structure moins compacte et aérée. (Pitta *et al.*, 2020)

Grace au travail de (Benamar *et al.*, 2013), qui a pu montrer que la culture de *Pleurotus ostreatus* sur le marc de café a pu être réalisée avec une technologie simple accessible à de nombreuses personnes. Cependant, les rendements obtenus sont encore trop faibles par rapport à ceux présentés dans d'autres travaux sur la culture des Pleurotes. Par exemple, Velazquez-Cedeño *et al.* (2002) obtinrent environ 1250 g de champignon frais (*P. ostreatus*) par kg (sec) de pulpe de café, ce qui correspond aux rendements généralement observés dans les cultures commerciales. Des améliorations doivent donc encore être apportées pour optimiser la valorisation du marc de café par la production de champignon comestible. Parmi ces améliorations, l'incorporation de matières lignocellulosiques structurantes dans le substrat de culture est envisagée.

Avec le mode de culture utilisé, la limite principale est la disponibilité et le coût de l'inoculum. Bien que les rendements aient été meilleurs avec la souche commerciale, son utilisation est difficilement envisageable. Il est donc préférable de développer une souche locale qui pourra être produite et distribuée à moindre coût. (Benamar *et al.*, 2013). Il est constaté que POL est toujours plus sensible que POC aux contaminations par les moisissures des genres *Aspergillus* et *Penicillium*. Par contre, le genre *Trichoderma* qui est souvent signalé par de nombreux auteurs comme Olivier *et al.* (1991); Rosado *et al.* (2002); Velazquez - Cedeño *et al.* (2002) et Velazquez - Cedeño (2005), il n'est pas rencontré dans ces cultures. Il sera par ailleurs intéressant d'isoler de nouvelles souches algériennes. (Benamar *et al.*, 2013)

Les rendements en sporophores obtenus à partir de deux souches de *Pleurotus sajor-caju* et de *Pleurotus florida* confirment l'affirmation Oie (2003) selon laquelle la sciure de bois fait partie des substrats répertoriés qui sont appropriés pour la culture des pleurotes. Les rendements en sporophores supérieurs à 10% obtenus à partir de cette souche exotique peuvent être considérés comme satisfaisants et confirment l'affirmation d'Oie (2003) selon laquelle la sciure de bois fait partie des substrats répertoriés qui sont appropriés pour la culture des pleurotes. (Diansambu *et al.*, 2016)

La capacité d'un champignon à se développer sur un substrat lignocellulosique est liée à la vigueur de son mycélium ainsi qu'à sa capacité à activer le mécanisme physiologique nécessaire à l'exploitation adéquat du milieu. Si les caractères de fructification font partie des critères de sélection des souches, un intérêt particulier doit être accordé à la capacité de la souche à envahir un substrat donné; les premières étapes importantes dans la culture d'un champignon sur un substrat solide est la vitesse de colonisation hyphale. En effet, la vitesse de colonisation initiale est un caractère important en raison de la compétition en cas de présence de microorganismes antagonistes, mais la croissance d'un champignon doit être lente et dense, afin de permettre au mycélium d'exploiter les ressources nutritives du substrat lignocellulosique. Le PDA a été utilisé par nombreux chercheurs. C'était un milieu adéquat pour le maintien du mycélium des deux souches de *Pleurotus Ostreatus* étudiées ici, c'est-à-dire la LPO et la CPO. Les enregistrements actuels des diamètres des mycéliums sont supérieurs à celles obtenues précédemment avec la même souche (CPO : 8.27 0.24cm vs 7.31 0.73cm, LPO : 7.87 0.39 cm vs 6.36 0.85 cm). Ils suggèrent une adaptation physiologique des souches à ce milieu et une sélection lors de la multiplication régulière sur PDA. (Benamar *et al.*, 2013).

Conclusion

Selon les analyses des articles scientifiques, les champignons comestibles montrent beaucoup d'éventuels potentiels sur le plan thérapeutique et agro-alimentaire.

Sur le plan agro-alimentaire, les personnes souvent bénéficiant des protéines animales mais aussi contenant du cholestérol et des graisses origine majeur de l'obésité et des maladies cardio-vasculaires, l'utilisation des protéines des champignons comestible est la solution de ces problèmes.

Les champignons comestibles sont particulièrement riches en un grand nombre des vitamines du groupe B, spécialement en Riboflavine et en Acide nicotinique. Ils contiennent aussi des vitamines C et H en quantité modère. Les champignons sont riches aussi en sels inorganiques tels que Phosphore, Potassium, Sodium et Calcium.

Il était possible de valoriser des résidus agricoles par la culture des champignons comestibles.

La formation des substrats est donc une étape importante de la culture des champignons et les rendements en carpophores en dépendent.

En perspectives, il est intéressant d'étudier les vertus thérapeutiques attribuées aux nombreux champignons comestibles qui présentent des propriétés médicinales et fonctionnelles et qui ont des aptitudes de guérison contre certaines maladies.

Bibliographie

- Amos E. N. (2016).** *Etude de substances Bioactives de quelques champignons ectomycorhizines comestibles du centre de la cote d'ivoire.* memoire de stage master I.
- Atta A. H. (2016).** *quatre champignons saprophytes comestibles du centre de la cote d'ivoire : etude socio-alimentaire ,caractéristiques chimiques et potentialités antioxydantes.* these de doctorat.
- Benamar M. M.Savoie, J. M & Chavant L. (2013).** Valorization of solid mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushrooms. *Comptes Rendues Biologies* , 336, 407-415.
- Benama M., Savoie, J. M. Chavant & Lebsir R. (2013).** valorisation du marc de café brut par la culture d'une souche locale de champignons comestibles : pleurotus ostreatus.
- Blandeau E. (2012).** *etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques.* these de doctorat, France.
- Bokossa L . Montcho, F. L.Yovo, P. D. Codjia, J. C & Mamadou, F. (2012).** Technique de production de semences de champignons comestibles : cas de volvariella volvacea et marasmiellus inoderma. *Annales des Sciences Agronomiques* , 13-24.
- Demers S. (2015).** *champignons : Les techniques de production en forêt.* Récupéré sur [https://www .agrireseau. net](https://www.agrireseau.net).
- Diansambu, Dibaluka, Lumande, & Degreeef. (2016).** valorisation du résidus organiques soies d'origine agricole comme substrats pour la culture de deux espèces de champignons comestibles. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* , 6, 28-38.
- Fernand N. (1984).** *Les champignons.* Paris.
- Février & Willequet. (2009).** *Valorisation par l'alimentation animale in Moletta René.Le traitement des dechets.* Editions TEC et DOC , Lavoisier.
- Harki E., & Hammoudi, A. (2008).** Les champignons comestibles du Maroc. *Revue AFN Maroc* .

Lutzoni F., M, M. J., & Vilgalys, R. (2002). Phylogeny of Agarics : partial systematics solutions fore-core omphalinoid genera in the Agaricales (Euagarics). 83, 19-57.

Malika B. (2016). *valorisation des residus agricoles par culture de deux souches de champignons comestibles de genre Pleurotus.* these de doctorat Université Mouloud Mammeri de tizi ouzou.

Mansour B. (2013). valorization of a solid olive mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushroom. 336-407-415.

Mesfek F. (2014). *Etude ecologique et taxonomique des champignons foresties et morphologie des ectomycorhizes du chéne vert dans la wilaya de Relizane.* Memoire de magiester en biotechnologie Université D'Oran Es-Senia.

Nadjet M. (2016). *Evaluation du compostage des sous produits d'huile d'olive sur le rendement de quelques espèces à interet agroalimentaire.* these de doctorat université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudif.

Nebros M. (2008). Biologie végétale Structures , fonctionnement ,ecologie et biotechnologie. Paris: Ed Pearson Education , France.

Nefzaoui A. (1984). Importancede la production oléicole et des sous produits de l'olivier:Etude de l'utilisation de sous produits de l'olivier en alimentation animale en tunisie. *FAO, Production et santé animales , Rome .*

Pitta B. M., Adjessi, G. G. & Tiébré, M. S. (2020). Developpement de la culture des champignons sauvages comestibles en cote d'ivoire : production des semences et tests de croissance des carpophores sur quatre substrats organiques. *Journal of Agriculture and veterinary science* , 8-14.

Waziri M., Bungamuzi, L. Joseph, K. Malale, N. S.& Jérôme, D. (2020). Culture de *Pleurotus tuber reguim* (Fr) Singer sur substrat ligno-cellulosique en Démocratique du Congo. 39.

Zeitoun R. (2011). *Procédés de fractionnement de la matière végétale .Application à la production des polysaccharides du son et dpaille de bléela.* these de doctorat de l'université de toulouse (France).

Annexes

Les articles utilisés dans la partie pratique

Pitta, B. M., Adjessi, G. G., & Tiébré, M. S. (2020). Développement de la culture des champignons sauvages comestibles en Côte d'Ivoire : production des semences et tests de croissance des carpophores sur quatre substrats organiques. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* , 8-14.

Benamar, M., Savoie, J. M., Chavant, L., & Lebsir, R. (2013). Valorisation du marc de café brut par la culture d'une souche locale de champignons comestibles : *Pleurotus ostreatus*.

Diansambu, Dibaluka, Lumande, & Degreef. (2016). Valorisation du résidu organique solide d'origine agricole comme substrats pour la culture de deux espèces de champignons comestibles. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo* , 6, 28-38.

Waziri, M., Bungamuzi, L., Joseph, K., Malale, N. S., & Jérôme, D. (2020). Culture de *Pleurotus tuber regium* (Fr) Singer sur substrat ligno-cellulosique en République Démocratique du Congo. 39.

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

ملخص

لدراسة تـمـيـن وإعـادـة تـدوير المـخـلفـات الـزراعية من خلال زراعة بعض أنواع الفطر الصالح للأكل، قمنا بتحليل العديد من المقالات العلمية لإخراج هذا العمل. لقد بدأنا في مقارنة محاصيل الكتلة الحيوية. الركيزة ذات أعلى إنتاجية من النجارين هي جذوع النخيل، وأقل محصول لوحظ في أوراق الموز. بالإضافة إلى ذلك، يختلف المحصول باختلاف أنواع الفطر الصالح للأكل المراد زراعته، ثم قمنا بمقارنة إنتاجية السلالات التجارية والمحلية التي تم الحصول عليها من خلال بعض الأعمال العلمية في هذا السياق. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه المقالات أن السلالة التجارية أكثر إنتاجية من السلالة المحلية. أخيرًا، استنتج أن هناك جدوى لاستعادة نفايات معينة لإنتاج مادة غذائية للاستهلاك البشري. الكلمات المفتاحية: فطر صالح للأكل، زراعة، مخلفات زراعية، محصول

Résumé

Pour étudier la valorisation et recyclage des déchets agricoles par la culture des certaines champignons comestibles. Nous avons analysé de nombreux articles scientifiques pour ressortir ce travail. Nous avons commencé à comparer les rendements en biomasse. Le substrat qui présente un rendement en carpophores plus élevé est les rafles de palmier, et le plus faible rendement est observé sur les feuilles de bananier. En plus, le rendement varie en fonction de l'espèce de champignons comestible à cultiver. Puis, nous avons comparé le rendement des souches commerciales et locales obtenu par certains travaux scientifique dans ce contexte. Les résultats obtenus de ces articles montrent que la souche commerciale est plus productive que la souche locale. Enfin on conclut que il Yaune faisabilité de la valorisation des certaines déchets pour la production d'une denrée pour l'alimentation humaine.

Mots clés : champignons comestible, culture, déchets agricoles, rendement.

Abstract

To study the valorization and recycling of agricultural waste by the culture of certain edible mushrooms. We analyzed many scientific articles to bring out this work. We started to compare the biomass yields. The substrate with the highest yield of carpophores is palm stalks, and the lowest yield is observed on banana leaves. In addition, the yield varies depending on the edible mushroom species to be grown. Then, we compared the yield of commercial and local strains obtained by some scientific works in this context. The results obtained from these articles show that the commercial strain is more productive than the local strain. Finally, we conclude that there is a feasibility of the valorization of some wastes for the production of a foodstuff for human consumption.

Key words: edible mushrooms, culture, agricultural waste, yield.