

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
Département de Biologie Animale et Végétale

Mémoire de Master en Science Biologique.

Spécialité : Protection de l'Environnement

Sujet

**Valorisation de résidus agricoles
par la culture d'une souche locale
d'un champignon comestible**

Présenté le 09 / 07 / 2017 par :

AMRANE Thanina

BELKACEMI Tinhinane

Devant le jury composé de :

Présidente :	M ^{me} SADOUDI ALI-AHMED Djamila	PROFESSEUR (UMMTO)
Promotrice :	M ^{me} MANSOUR BENAMAR Malika	MCB (UMMTO)
Examinatrice :	M ^{me} SEKHI Samira	MAA (UMMTO)

Remerciements

Nous remercions Allah de nous avoir aidées à réaliser ce travail.

Cette étude a été réalisée au niveau du Laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques(FSBSA) de l'Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou (UMMTO) sous la direction du Docteur MANSOUR-BENAMAR Malika.

Au terme de ce travail, nous exprimons notre gratitude et nos sincères remerciements ainsi que notre profond respect à Madame MANSOUR-BENAMAR Malika, Maitre de conférences classe B à la FSBA (UMMTO) pour nous avoir encadrées, guidées, conseillées et suivies attentivement dans la réalisation de ce mémoire de Master II.

Nous remercions Madame SADOUDI ALI-AHMED Djamilia, Professeur à la FSBA (UMMTO), qui nous fait honneur de présider le jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

Nos sincères remerciements s'adressent également à Madame SEKHI Samira, Maitre Assistante classe A à la FSBA (UMMTO), qui nous fait l'honneur d'examiner et de juger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

Un grand merci à monsieur MOUHOUS Azzedine et monsieur MEZINE Samir pour les analyses statistiques.

Que toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation et à la finalisation de ce mémoire trouvent ici l'expression de nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance

Dédicace

A mes très chers parents

A mes frères et sœurs

A mes neveux et nièces

Bien faible témoignages d'amour

THANINA

TABLE DES MATIERES

Table des matières	
Index des figures	
Index des tableaux	
Introduction	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
<i>I. Pleurotus ostreatus (Jacq. :Fr.) Kummer</i>	4
1. Définition	4
2. Description	4
3. Biocycle de <i>Pleurotus ostreatus</i>	5
4. Systématique	6
5. Facteurs influençant la croissance et la fructification des pleurotes	7
6. Intérêts du pleurote	8
II. Les substrats à valoriser	9
1. Le grignon d'olive	9
1.1. Définition du grignon d'olive	9
1.2. Composition physique du grignon d'olive	9
1.3. Composition chimique du grignon d'olive	9
1.4. Valorisation du grignon d'olive	10
2. Le marc de café	12
2.1. Définition	12
2.2. Composition chimiques du marc de café	12
2.3. Valorisation du marc de café	12
3. La paille de blé	14

3.1. Composition chimique	14
3.2. Valorisation de la paille de blé	14
PARTIE EXPERIMENTALE.....	16
I - MATERIEL UTILISE.....	18
1. Matériel mycologique	17
2. Résidus agricoles utilisés	17
2.1. Le grignon d'olive	17
2.2. Le marc de café	17
2. 3. La paille de blé	17
II -METHODES D'ETUDES	17
1. Préparation des substrats de culture	17
1.1. Humidification des substrats	18
1. 2. Préparation des mélanges GO-MC-P	18
1. 3. Traitement thermique	18
1. 4. Inoculation des substrats	18
1. 5. Incubation	18
2. Analyses physico-chimiques.....	19
2. 1. Mesure du pH	19
2. 2. Mesure de l'humidité et des matières sèche et minérale	19
2. 3. Mise en fructification	20
2. 4. Récolte des carpophores et évaluation des rendements et de la qualité des champignons récoltés	20
3. Analyses statistiques des résultats.....	20

RESULTATS ET DISCUSSION	21
I. Mesure des différents paramètres physico-chimiques	22
1-Mesure du pH.....	22
2-Taux d'humidité dans les différents substrats.....	23
3-Matière sèche dans les différents substrats	24
4- Matière minérale dans les différents substrats	24
II. PARAMETRES DE FRUCTIFICATION	26
1. Poids moyen des champignons récoltés	26
2. Longueur moyenne des pieds des champignons	27
3. Largeur moyenne des pieds des champignons	28
4. Diamètre moyens des chapeaux	30
5. Les rendements	31
III. Discussion	33
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	36
Référence bibliographique	38

Liste des figures

Figure 1 : <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.ex. Fries) Kummer.....	4
Figure2: Cycle de reproduction de <i>Pleurotus ostreatus</i>	6
Figure 3 : pH initiaux et finals de POL sur les substrats (\pm Ecart-type).....	22
Figure 4 : Taux d'humidité moyens initial et final de POL dans les substrats (\pm écart type).....	23
Figure 5 : Pourcentages de matière sèche moyenne initiaux et finals dans les substrats (\pm Ecart-type) avant et après culture de POL.....	24
Figure 6 : Taux de la matière minérale dans les substrats avant et fin de culture (\pm Ecart-type).....	25
Figure 7: Poids moyens (\pm écart type) des champignons récoltés en fonction des substrats.....	26
Figure 8: Longueur moyenne des pieds des champignons (\pm l'écart type) en fonction des substrats	27
Figure 9: largeur moyenne des pieds des champignons (\pm l'écart type) sur les différents substrats.....	29
Figure 10 : diamètre moyen des chapeaux des champignons (\pm écart type) sur les différents substrats.....	30
Figure 11: rendement moyen de champignon de <i>Pleurotus Ostreatus</i> par bloc en fonction des différents substrats.....	31

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition physique du grignon d'olive.....	9
Tableau 2 : Caractéristiques chimiques du grignon d'olives.....	10
Tableau 3_: Les principaux composés du marc de café.....	12
Tableau 4 : Composition chimique de pailles de blé.....	14
Tableau5 : constitutions des mélanges et témoins exprimés en pourcentage.....	19
Tableau 6 : Tableau de l'analyse de la variance pour le paramètre « poids moyen des champignons en fonction des substrats».....	26
Tableau 7 : Résultats du Test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre « poids moyen des champignons ».....	27
Tableau 8: Tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre largeur des pieds des champignons récoltés.....	28
Tableau 9 : Résultat du test de Newman–Keuls au seuil 5% pour le paramètre « longueur des pieds des champignons en fonction des substrats ».....	28
Tableau 10 : tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour la largeur des pieds des champignons.....	29
Tableau 11 : comparaison des moyennes, par le test de Newman –Keuls au seuil 5% de la largeur des pieds des champignons en fonction des substr.....	29
Tableau 12 : Tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour le diamètre moyen des chapeaux des champignons.....	30
Tableau 13 : comparaison des moyennes, par le test de Newman –Keuls au seuil 5% du diamètre des chapeaux en fonction des substrats.....	31
Tableau 14: Tableau d'analyse de la variance pour les rendements moyens par bloc de culture en fonction des substrats.....	32
Tableau 15 : Résultats du Test de Newman-Keuls (au seuil de 5%) sur les rendements moyens en champignons en fonction du substrat	32

Liste de l'abréviation

Caco3 : carbonate de calcium.

GO : grignon d'olive.

LPAPV : laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux.

MC : Marc de café.

P : paille.

PCP : polychlorure .

pH : potentiel hydrogène.

POL : *Pleurotus ostreatus local*.

SCE : Somme des carrés et des écarts.

DDL : Degré de liberté.

CM : Carré des moyennes.

PROBA : Probabilité.

E.T : Ecart Type.

C.V : Coefficient de variation.

TEST F : Test de Fisher.

Introduction

La protection de l'environnement est l'un des piliers du développement durable qui constitue un enjeu majeur pour l'avenir de l'homme et de la planète, en considérant que la sauvegarde des intérêts des générations futures est aussi importante que le bien-être de la génération actuelle dans toute sa composante d'où la nécessité de la valorisation des déchets produits par les populations.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressées aux résidus générés par le secteur agro-alimentaire et plus spécifiquement le grignon d'olive et le marc de café ainsi que la paille de blé.

En effet, l'Algérie est classée le 7^{ème} pays producteur d'huile d'olive à l'échelle mondiale. Pour la wilaya de Tizi-Ouzou seule, la production totale d'olive est passée de 28800 tonnes en 2013 à 53464,2 tonnes en 2016 (DSA, 2017).

On estime que chaque quintal d'olives produit en moyenne 35 kg de grignons (Nefzaoui, 1988), par conséquent, ce sont 1 8712,47 tonnes de grignons d'olives qui sont produites en 2016 dont la plupart ont été jeté dans l'environnement ou brûlé.

Ce qui est du café, c'est un produit très consommé en Algérie, que ce soit chez les particuliers ou dans les établissements proposant un service de restauration.

L'Algérie a été classée par l'USDA (United States Département of Agriculture) en 2014, 7^e parmi les pays importateurs de café, avec en moyenne 125 000 tonnes de café importées par an selon l'UGCAA (Union Générale des Commerçants et Artisans Algériens) et 11^e parmi les pays consommateurs de café. Elle a été classée 1^{er} pays consommateur parmi les pays Africains et Arabes (Mansour-Benamar, 2016). Sachant que le marc de café représente les 3/5^e du café vert (Barbera, 1965), ce sont 75000 tonnes de marc de café qui sont donc jetées, chaque année, dans les poubelles.

La haute teneur en lignine du grignons d'olives et du marc de café est en grande partie responsable de leur récalcitrante à la biodégradation dans des conditions environnementales normales (Lutz & Jones, 1978; Kerr et al., 1986).

Pleurotus ostreatus, champignon de la pourriture blanche, est avant tout un champignon décomposeur des biomasses lignocellulosiques. Plusieurs travaux de recherche ont montré que *P. ostreatus* peut coloniser efficacement de nombreux substrats lignocellulosiques seuls ou en combinaison (Philippoussis, 2009; Albores, 2006; Mansour-Benamar et al, 2010; 2013, Darwish, 2012; Survase, 2012; Yang et al.,2013; Mansour-Benamar, 2016), et que la dégradation des substrats a été renforcée dans les substrats combinés (Mane et al, 2007; Isikhuemhen & Mikiashvili, 2009; Mansour-Benamar et al, 2010; 2013; Mansour-Benamar, 2016).

Notre travail vise, tout en soustrayant à l'environnement des sources potentielle de pollution, à optimiser les rendements de la souche locale de *Pleurotus ostreatus* cultivée sur des mélanges de résidus agricoles (grignon d'olive / marc de café/paille), à des pourcentages différents pour le marc de café et le grignon d'olive, avec 10% de paille et 2% de carbonate de calcium pour optimiser le pH.

L'objectif de notre étude a été donc de déterminer la combinaison de substrats qui a permis le meilleur rendement en carpophores et l'obtention de carpophores destinés à une alimentation humaine, de meilleure qualité.

Nous avons devisé ce travail en deux parties

- Une partie bibliographique portant sur les résidus agricoles à valoriser à savoir le grignon d'olive, le marc de café et la paille de blé et la souche locale de champignon comestible d'intérêt (POL) c'est à dire *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fries) Kummer locale,

- Une partie expérimentale, dans laquelle, nous avons procédé à la culture de POL sur les mélanges Grignon d'Olive -Marc de Café à différents pourcentages supplémentés avec de la paille de blé. Au cours de cette étape nous avons :

- mesuré certains facteurs à savoir le pH ,les taux d'humidité,et de matière sèche et de matière minérale, au début et à la fin de la culture,

- récolté les champignons après fructification des mycelia, compté, mesuré et pesé les champignons récoltés puis estimé les rendements.

Synthèse Bibliographique

I. *Pleurotus ostreatus* (Jacq. :Fr.) Kummer (1871)

1. Définition

Les Pleurotes sont des organismes eucaryotes, thallophytes, non chlorophylliens, à corps généralement filamenteux appelé mycélium. Ce dernier est de couleur blanche et est septé. Il forme, en période de fructification, des sporophores ou carpophores appelés communément champignon (Maublanc, 1976; Monnier, 1997).

Parmi les espèces de Pleurotes se trouve *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fries) Kummer, appelé couramment Pleurote en forme d'huitre ou Pleurote en huitre, champignon saprophyte comestible, qui a fait l'objet de nombreux travaux de recherche dans différents domaines. En France, sa culture ne date que des années 70, alors qu'elle remonte à des temps beaucoup plus anciens en Chine (Olivier et al., 1991).

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

C'est un Basidiomycète lignocellulolytique, c'est à dire décomposeur primaire; il pousse sur bois ou paille et offre la possibilité de valoriser divers déchets agro-industriels (paille de céréale, marc de café, grignon d'olive ...etc.)(Mansour-Benamar et al, 2007, 2010; Mansour-Benamar, 2016).

2. Description

Selon Mansour-Benamar (2016) le Pleurote en huitre locale (figure 1) qui fait objet de cette étude présente les caractéristiques suivantes :

-Le chapeau : légèrement bombé, s'étalant en éventail, charnu, marron grisâtre, de 4 à 15 cm de diamètre. Les marges du chapeau sont incurvées et lisses,



Figure 1 : *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex. Fries) Kummer

- Les lamelles : sont blanchâtres, serrées et longuement décurrentes, plus espacées vers le pied,
- Le pied (ou stipe) est excentré, très court, plein, poilu à la base, dépourvu d'anneau et de volve,
- La chair : blanche, épaisse et tendre sauf le pied,
- Les basides avec quelques rares basidiospores (7,5–11 x 3–4 µm),
- Pousse en touffes
- Bon comestible,
- Date de récolte et du 1er isolement: Novembre 1993.

3. Biocycle de *Pleurotus ostreatus*:

D'après Delmas (1989), Olivier et al (1991) et Oei (1993), 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 (Figure 1.4)

Lorsque les conditions environnementales changent et deviennent contraignantes, ce mycélium s'agrège et s'organise en primordia qui évoluent en carpophores au sein desquelles, 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.

Dans la figure 2, nous avons repris la représentation schématique du cycle de vie du Pleurote en forme d'huitre, selon Delmas (1989).

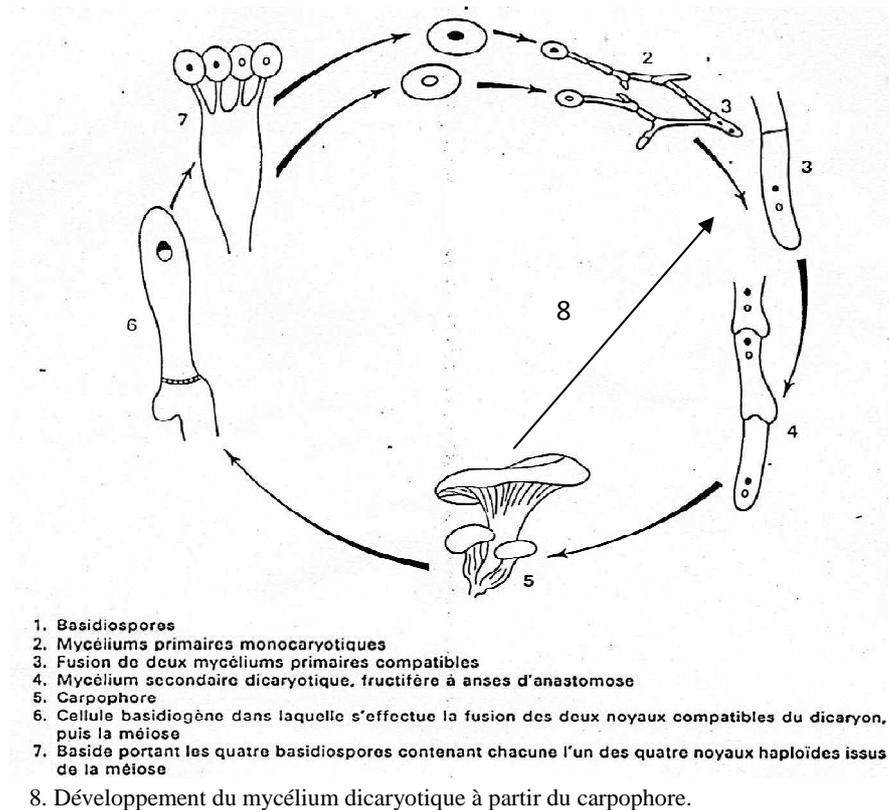


Figure 2: Cycle de reproduction de *Pleurotus ostreatus*
(Source: Delmas, 1989)

4. Systématique

La systématique du Pleurote en huître, rapportée par Mansour-Benamar (2016), est la suivante :

Règne	: Fungi
Division	: Basidiomycota
Classe	: Agaricomycetes.
Sous classe	: Agaricomycetidae
Ordre	: Agaricales ou Tricholomatales
Famille	: Pleurotaceae
Genre	: <i>Pleurotus</i> .
Espèce	: <i>P. ostreatus</i> (Jacq. Ex. Fries) Kummer (1871) : <i>P. ostreatus</i> (Jacq. : Fr.) P. Kumm. (1871)

5. Facteurs influençant la croissance et la fructification des Pleurotes

Différents facteurs influent sur la croissance mycélienne et la fructification des Pleurotes. Ils sont, d'ordre, nutritif, physique et chimique.

5.1. Facteurs nutritifs

Le Pleurote en forme d'huitre exige un milieu de vie dans lequel il doit trouver toutes les substances nécessaires au développement de son mycélium et à sa croissance et à la formation des carpophores.

Il a besoin d'une source de carbone. La meilleure source pour le Pleurote, selon Delmas(1989) et Olivier et al (1991), est, l'amidon, le mannose, le glucose et le maltose. Il a également besoin d'une source d'azote retrouvée dans le sulfate d'ammonium et l'urée ainsi que des éléments minéraux comme le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium et des oligo-éléments comme le zinc, le cuivre, le fer et le manganèse.

Les Pleurotes ont également besoin de thiamine (Delmas, 1989).

5.2. Facteurs physiques

Les principaux facteurs physiques ayant une influence sur la croissance du Pleurote sont la température, l'humidité, la lumière et l'aération. Le développement du mycélium est optimal à une température avoisinant 25° et bon entre 20 et 25°C (Olivier et al ,1991).

La fructification requiert une température d'environ 15°C et l'induction fructifère nécessite un abaissement de la température (Olivier et al ,1991).

L'humidité de l'air doit se situer entre 80 et 85% pendant la phase d'incubation du mycélium alors qu'elle doit se situer entre 80 à 90% en phase de fructification (Olivier et al, 1991).

La lumière n'est nécessaire qu'au cours de la fructification (Oei, 2005).

5.3. Facteurs chimiques

Les facteurs chimiques qui influencent la croissance mycélienne et la fructification sont: les gaz et le pH.

Les champignons cultivés, étant des organismes aérobies, exigent de l'oxygène pour respirer et pour la dégradation de certaines substances comme la lignine (Olivier, 1991). Au

cours de la fructification, le taux de CO₂ dans le substrat de culture doit être inférieur à 0.1%. En effet une forte concentration en CO₂ est favorable à la croissance mycélienne mais non à sa fructification (Oei, 2005).

Pour l'acidité (pH) du milieu, les champignons se développent sur des supports légèrement acides (pH 5 à 6.5), mais ces derniers présentent l'inconvénient d'être également favorables au développement de moisissures concurrentes d'où la recommandation d'un pH basique (pH 9) par Philipoussis (2009).

6. Intérêts du Pleurote

6.1. Intérêt alimentaire

Nutritionnellement, les Pleurotes sont considéré comme aliment sain, riche en protéines, fibres, minéraux et en vitamines (principalement les vitamines B1, B2, C et D), mais contient de faibles teneur en calories et en matières grasses. Il possède une saveur unique et des propriétés aromatiques (Herndndez et al., 2003; Manzi et al., 2004; Kalmis et al., 2008).

6.2. Intérêt médicinal

De nombreuses propriétés pharmacologiques ont été attribuées à *Pleurotus ostreatus*, comme des activités anticancéreuses rapportées par Givelet (2011) et Blandeau (2012), des activités anti-cholesterol (Radha & Lakshmanan, 2013) et des activités anti-oxydantes puissantes (Jayakumar et al., 2007)

6.3. Intérêt économiques et écologiques

Le premier intérêt des Pleurotes est dans la possibilité de valoriser les matières premières de faible coût à savoir des résidus de l'agriculture; de plus les résidus de cette culture peuvent être, à leur tour, valorisés en les utilisant comme engrais (Flandroy, 1993; Kara Ali & Khendriche, 2013) ou être intégrés dans l'alimentation animale (Akkache, 2010).

De nombreuses recherches ont été entreprises pour l'utilisation des Pleurotes dans la bio remédiation des sols contaminés par les PCP (Cannon & Kirk, 2007).

II. Les substrats à valoriser

1. Le grignon d'olive

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale qui est l'huile, laisse deux principaux résidus, l'un liquide appelé margine et l'autre solide appelé grignon d'olive (Nefzaoui, 1991).

1.1. Définition du grignon d'olive

Le tourteau ou marc d'olive, plus communément appelé grignon d'olive, est le résidu solide, issu de la première pression ou centrifugation. Il est constitué de restes de pulpes et de noyaux d'olives concassés (Nefzaoui, 1991).

1.2. Composition physique du grignon d'olive

Le grignon d'olive renferme la plus grande partie de la matière sèche de l'olive et une certaine proportion d'eau de végétation (marges) qui contient les composants hydrosolubles de l'olive et une certaine quantité d'huile résiduelle qui favorise leur altération rapide (Loussert & Brousse, 1978). La composition physique du grignon d'olive est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1: Composition physique du grignon d'olive (Source : Feretti & Scalabre, (1978) in Mansour-Benamar (2016))

Fraction du grignon	Epicarpe + Mésocarpe	Endocarpe	Amondon	Eau	Huile résiduelle
Pourcentage	42,30	21,20	3	25	9,5

1.3. Composition chimique du grignon d'olive

La composition chimique du grignon d'olive varie en fonction de la variété d'olive, des conditions de culture et du procédé utilisé pour extraire l'huile (Nefzaoui, 1991).

La cellulose, l'hémicellulose et la lignine sont les composants principaux des grignons (Rodriguez et al, 2008).

Dans le tableau 2 sont regroupées les principales caractéristiques chimiques du grignon d'olive.

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques du grignon d'olives (Mansour-Benamar et al., 2013)

Composant	Pourcentage dans le grignon
Humidité	29.80±0.25
Matière sèche (%)	70.20±0.25
Taux de cendre	1.95±0.09
pH	6.80±0.06
Carbone	56.39±0.08
Matière organique	97.23±0.13
Cellulose	33.42
Hémicellulose	15.12
Lignine	22.1
Azote	1.06
Phosphore	0.113
Potassium	0.833
Calcium	0.820

1.4. Valorisation du grignon d'olive

La valorisation des sous-produits de l'olivier va constituer une source de revenus complémentaires pour l'agriculteur. Elle permettra de résoudre en grande partie les problèmes posés par les effluents des huileries qui ont un pouvoir polluant très élevé.

Selon Sansoucy (1984), les sous-produits de l'oléiculture sont partiellement ou totalement perdus pour beaucoup de pays alors que leurs possibilités d'emploi sont nombreuses.

La première étape de valorisation des grignons d'olive, 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» (Yacoub, 1997).

Dans le domaine agricole, le grignon d'olives peut être employé comme fertilisant des sols après avoir subi une pré-décomposition ou compostage pour faciliter sa dégradation et éliminer ses effets phytotoxiques (Nefzaoui, 1984). Par ailleurs, l'analyse de la composition des cendres issues de la combustion des grignon d'olives ont confirmé cette utilisation possible en tant que fertilisant (Topal *et al.*, 2003).

Ce sous-produit de l'industrie oléicole peut être utilisé également en tant que complément alimentaire pour bétail (Nefzaoui, 1984).

La fermentation du grignon d'olives en milieu solide par des champignons filamenteux et thermophiles produit une panoplie de composés d'arômes d'intérêt dans les domaines agroalimentaire, cosmétique et même pharmaceutique (Kademi *et al.*, 2003). La

fermentation anaérobique des lisiers de vaches mélangé au grignon d'olives produit du méthane à 57 - 65% du biogaz produit (Hammad et al., 1999).

Selon Pagnanelli et al (2002), le grignon d'olives a une capacité élevée de rétention de plusieurs métaux lourds comme le cadmium, le plomb et le zinc.

Le grignon d'olive a été également utilisé comme substrat pour la fermentation solide dans le but de produire des champignons comestibles (Zervakis et al., 1996; Lakhtar, 2009; Mansour-Benamar & Chavant, 2010; Mansour-Benamar et al., 2010; 2013, Mansour-Benamar, 2016).

2. Le marc de café

2.1. Définition :

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). Il représente, selon Barbera (1965), les 3/5 du café vert.

2.2. Composition chimiques du marc de café :

Selon Kondamudi et al (2008) et Ballesteros et al (2010), le marc de café est essentiellement composé de polysaccharides; il est riche en cellulose, en hémicellulose et en lignine.

Dans le tableau 3 sont présentées les proportions des principaux composés retrouvés dans le marc de café.

Tableau 3 : Les principaux composés du marc de café (Mantell, 1975 ; Musatto et al., 2011 et Limousy et al, 2013)

Composantes	Quantités
Glucides	45,3 %
Lignine	23,90
Lipides	9,3-16,2 %
Protéines	14 %
Minéraux	6800 mg/kg de matière sèche
Polyphénols	13-18 mg acide gallique .
Carbone (C)	49,7 %
Azote (N)	2,3 %
C/N	22

2.3. Valorisation du marc de café :

Au cours des dernières décennies, la prise de conscience croissante de la nécessité de réduire les déchets, en vue de protéger l'environnement, a stimulé la recherche de méthodes de valorisation du marc de café en usage directe en compostage(Liu et Price, 2011) ou pour la production d'énergie sous forme d'agro-pellets pour combustion (Jeguirim & Limousy, 2014).

Certaines études ont permis de mettre en évidence les propriétés adsorbantes du marc de café vis-à-vis des colorants (Kai Shen, 2013). D'autres études ont démontré qu'il est possible d'extraire jusqu'à 15% d'huile de marc de café en utilisant des solvants organiques. Celle-ci peut être utilisée pour de nombreuses fins en raison de sa richesse en molécules à haute valeur ajoutée (Narasimharao et al., 2008).

Le marc de café a été également utilisé comme substrat de culture de champignons comestibles du genre *Pleurotus* par Wong & Wang (1991), Mansour-Benamar et al (2007; 2014), Ammerlaan et al (2012) et Mansour-Benamar (2016).

3. La paille de blé

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

3.1. Composition chimique

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 (tableau 4) (Février & Willequet, 2009).

Tableau 4 : 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

3.2. Valorisation de la paille de blé

Lorsqu'elle est laissée au champ, la paille de blé est soit directement enfouie, soit brûlée.

La première solution permet de restituer au sol une partie de la matière organique exportée par la croissance et la récolte du blé. Dans le cas de la seconde solution, qui concerne environ 20 % de la paille, l'apport au sol se réduit, essentiellement, aux éléments minéraux (surtout du potassium) (Dumon, 1986).

Lorsqu'elle est récoltée, l'utilisation traditionnelle de la paille tend à valoriser la forte part de matières lignocellulosiques qu'elle contient. Quatre-vingt-douze pour cent des pailles de céréales récoltées sont utilisées comme litière pour bétail et forment ainsi la base du fumier qui peut être utilisé comme fertilisant biologique (ADEME, 1998) ou la culture du champignon de Paris (*Agaricus Bisporus*) (Zeitoun, 2011).

Les pailles peuvent aussi être vouées à l'alimentation des animaux, mais leur qualité nutritionnelle est assez faible ce qui n'en fait pas une valorisation très intéressante (ADEME, 1998).

Parmi les domaines d'application, pouvant être notamment cités, il y'a l'agroalimentaire (substitution du saccharose), les adhésifs, les épaississants, les stabilisants et les émulsifiants (Fang et al., 1999).

Elle peut être aussi utilisée comme substrat de culture aux Pleurotes, seule ou en mélange avec du grignon d'olive ou du marc de café (Mansour-Benamar et al., 2013; 2014).

Partie Expérimentale

MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL UTILISE

1. Matériel mycologique

Au cours de cette étude, nous avons utilisé une souche locale de *Pleurotus ostreatus* (jacq : Fr.) Kummer (POL), sous forme de blanc obtenu sur du millet au laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux (LPAPV) de la Faculté des Sciences Biologiques et des Science Agronomiques de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Elle a été isolée à Oued Aissi (Tizi-Ouzou, Algérie) par Mansour-Benamar en 1993. Son mycélium a été isolé et entretenue à ce jour.

2. Résidus agricoles utilisés

2.1. Le grignon d'olive

Le grignon d'olive utilisé provient d'une huilerie à centrifugation à trois phases située à 20 km de la ville Tizi-Ouzou sur la route qui la relie à la commune de Boghni (Tizi-Ouzou, Algérie), au cours de la campagne oléicole 2016-2017.

2.2. Le marc de café

Le Marc de café utilisé provient d'une collecte faite quotidiennement dans les cafés publics de la nouvelle ville (Tizi-Ouzou) sur une durée de vingt jours, séché dans un four pasteur (KOTTERMANN) à température de 60° C pour éviter le développement de moisissures et /ou de bactéries et permettre une meilleure conservation.

2.3. La paille de blé

La paille utilisée a été achetée au marché de paille à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou, Algérie).

II. METHODES D'ETUDES

1. Préparation des substrats de culture

Pour la préparation des substrats et la culture de POL nous avons adopté la technique de Mansour-Benamar et al (2010) qui se fait en 5étapes principales

- Humidification des substrats de culture
- Préparation des mélanges des substrats
- Traitement thermique des substrats
- Inoculation des substrats
- Incubation

1.1. Humidification des substrats

L'humidification des substrats a été faite par ajout de l'eau de robinet à raison de :

- 1500ml pour 1Kg de MC
- 400ml pour 1Kg de GO

Pour la paille de blé, elle a été d'abord coupée en petits fragments de 4 à 7cm, ensuite elle a été mise à tremper dans de l'eau durant 24h puis mise à égoutter pendant 1 à 2h.

1.2. Préparation des mélanges GO-MC-P

Après avoir humidifié les trois substrats, le grignon d'olive, le marc de café et la paille de blé, nous avons procédé à la préparation des mélanges à différents pourcentages comme précisé dans le tableau 5 :

Tableau5 : constitutions des mélanges et témoins exprimés en pourcentage

Substrat		Caco ₃	Grignon d'olive	Marc de café	Paille de blé
Témoins	Grignon d'olive	2%	98%	0%	0%
	Marc de café	2%	0%	98%	0%
	Paille	2%	0%	0%	98%
Mélanges	1	2%	44%	44%	10%
	2	2%	29%	59%	10%
	3	2%	19%	79%	10%

Chaque mélange est introduit dans un sachet en polyéthylène à raison de 1 kg de chaque substrat puis fermés.

Quatre répétitions par essai, numérotées de 1 à 4, sont réalisées.

1.3. Traitement thermique

Les substrats ainsi préparés, ont été stérilisé à la vapeur d'eau dans un couscoussier déposé sur une marmite remplie d'eau en ébullition, pendant 2h.

1.4. Inoculation des substrats

Une fois refroidis, les substrats ont été inoculés par le blanc de POL préparé précédemment en respectant le taux d'inoculation recommandé par Mansour-Benamar et *al* (2013) qui est de 7%.

1.5. Incubation

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

2. Analyses physico-chimiques

Les mesures de, pH, taux d'humidité, quantités de matière sèche, cendres et de matière organique dans les substrats de culture du pleurote sont réalisés, selon les techniques utilisées par Mathieu & Pieltain (2003). Les résultats présentés sont des moyennes de trois répétitions.

2.1. Mesure du pH

Nous avons mesuré le potentiel d'hydrogène (pH) initial des substrats (GO, MC, P, M1, M2, M3,), et le pH à la fin de la culture.

La technique utilisée, consiste à mélanger dans un bécher 20g de substrat à 50ml d'eau distillée. Après 15 min, les mesures du pH ont été relevées et 3 répétitions ont été faites.

2.2. Mesure de l'humidité et des matières sèche et minérale

A l'aide d'une balance analytique (Kern AEJ), 50g de matière fraîche(MF) ont été pesés dans des fonds de boîtes de Pétri préalablement tarées.

La matière sèche est obtenue par séchage à 60°C des échantillons, jusqu'à la stabilisation de leurs poids. Elle est estimée en pourcentage de matière fraîche :

$$MS (\% MF) = (P_0/P_1) * 100$$

MS : Matière sèche

P₀ : Poids frais de substrat

P₁ : Poids sec de substrat

Le Taux d'humidité

Les résultats de l'humidité sont obtenus par l'équation suivante :

$$H (\%) = [(P_0 - P_1)/P_0] \times 100$$

Avec : H% : taux d'humidité en pourcentage

P₀ : Poids frais de substrat

P₁ : Poids sec de substrat

La matière minérale ou cendres est le résidu obtenu après incinération de la matière sèche dans un four (Nabetherm) à 550°C pendant 5 h c'est-à-dire jusqu'à combustion complète de la matière organique.

Le pourcentage des cendres est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Cendres}(\%) = \frac{P_2 - P_0}{P_1} \times 100$$

2.3. Mise en fructification

Dès l'apparition des premiers primordia, nous avons modifié les conditions de culture en augmentant le taux d'humidité dans la chambre de culture à l'aide d'un brumisateur et par arrosage quotidien des blocs de cultures avec de l'eau fraîche (4°C), ce qui a permis de diminuer la température de la salle de culture.

2.4. Récolte des carpophores et évaluation des rendements et de la qualité des champignons récoltés

Une fois matures, les champignons ont été cueillis manuellement. Nous les avons comptés et pesés pour évaluer les rendements. Le poids des carpophores est exprimé en grammes. Nous avons également évalué le rapport poids du pied sur le poids du chapeau.

Les mesures du diamètre des chapeaux ainsi que la largeur et la longueur des pieds ont été réalisées à l'aide d'une règle graduée et exprimées en centimètre.

3. Analyses statistiques des résultats

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse statistique de la variance à un seul facteur de classification, cette analyse nous permet de comparer le comportement de la souche de Pleurote sur les différents substrats testés, au début et à la fin de culture de POL.

Lorsque cette analyse montre une différence significative, elle est complétée par le test de Newman-Keuls (NK) au seuil de 5%. Le test NK permet de constituer des groupes homogènes de traitement par comparaison de moyennes. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel "XLSTAT 2014.5.03".

Si la probabilité (P) est :

- $P \geq 0,05$ les variables montrent une différence non significative.
- $P \leq 0,05$ les variables montrent une différence significative.
- $P \leq 0,01$ les variables montrent une différence hautement significative.
- $P \leq 0,001$ les variables montrent une différence très hautement significative.

Résultats et Discussion

I. Mesure des différents paramètres physico-chimiques.

1-Mesure du pH

Dans la figure 3 sont représentées les valeurs moyennes du pH des différents substrats avec les écarts types au début de culture (pH initial) et a la fin de culture (pH final).

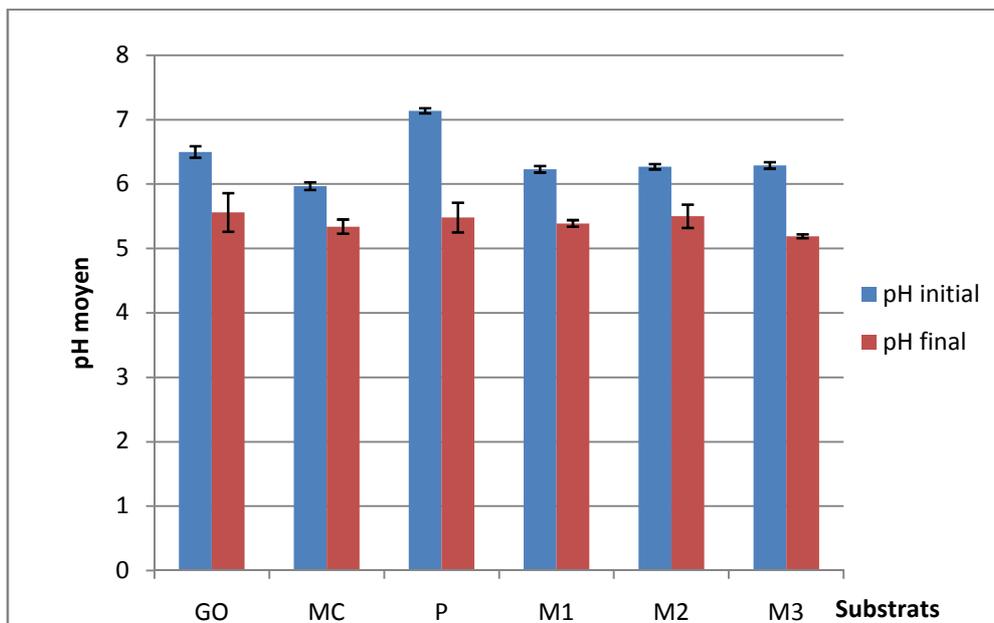


Figure 3 : pH initiaux et finals de POL sur les substrats (\pm Ecart-type).

La paille(P) présente un pH initial neutre (7,14) tandis que les autres substrats, à savoir, le marc de café(MC), le grignon d'olive (Go) et les mélanges présentent des pH initiaux acides ($5,97 \pm 0,06$ pour MC ; $6,50 \pm 0,09$ pour GO, $6,23 \pm 0,05$ pour M1, $6,27 \pm 0,04$ pour M2 et $6,27 \pm 0,04$ pour M3).

A la fin de la culture, le pH de tous les substrats testés a chuté et a varié entre ($5,19 \pm 0,03$ et $5,56 \pm 0,30$).

L'activité de POL a entraîné une acidification de ces substrats .Ces résultats sont conforme à ceux de AMEJKOUH et BELKHIR (2013) sur GO-P et de AOUDIA (2013) sur MC-P.

2-Taux d'humidité dans les différents substrats

Dans la figure 4 sont représentés les taux d'humidité moyens dans les substrats au démarrage des cultures (initial) et à leurs fin (final).

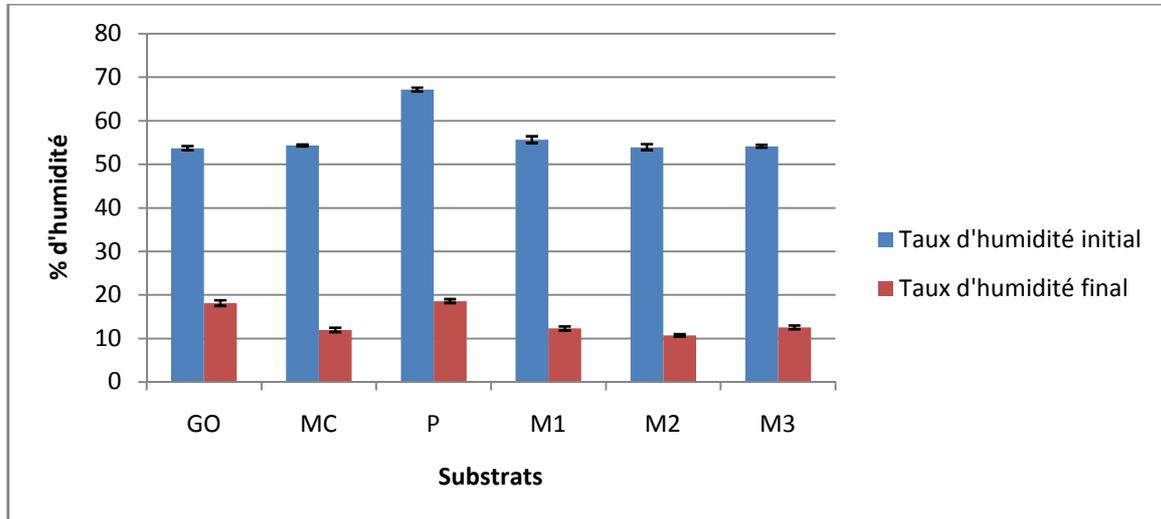


Figure 4 : Taux d'humidité moyens initial et final de POL dans les substrats (\pm écart type).

D'après la figure 3, c'est la paille qui retient le plus d'eau ($67,15\% \pm 0,43$) par rapport aux autres substrats. Ces derniers ont présenté des taux d'humidité proches variant entre ($54,30 \pm 0,21$; $53,93 \pm 0,67$).

A la fin de la culture de POL, les taux d'humidité dans les substrats ont baissé et cela malgré l'apport quotidien et régulier en eau il varie entre ($10,70 \pm 0,30$ et $18,58 \pm 0,43$), c'est la paille qui présente toujours le plus grand taux d'humidité avec ($18,58 \pm 0,43$).

3-Matière sèche dans les différents substrats

Dans la figure 5 sont représentées les quantités moyennes, en pourcentage, de matière sèche dans les substrats, au début(initial) et à la fin des cultures de POL(final).

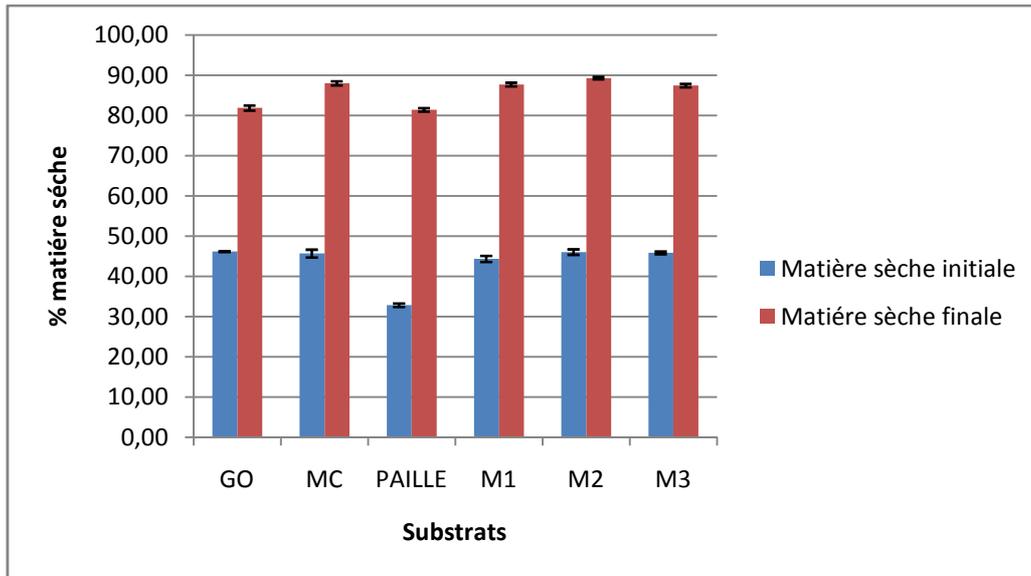


Figure 5 : Pourcentages de matière sèche moyenne initiaux et finals dans les substrats (\pm Ecart-type) avant et après culture de POL.

La figure 5 montre qu'au début de culture le taux de la matière sèche dans les substrats est variable ($46,20 \pm 0,45$ à $32,85 \pm 0,43$) Et c'est la paille qui représente le plus faible taux par rapport aux autres substrats ($32,85 \pm 0,43$).

À la fin de culture il y'a une augmentation considérable de la matière sèche dans les substrats (varie entre $81,88 \pm 0,63$ et $89,3 \pm 0,30$).

4- Matière minérale dans les différents substrats

La figure 6 regroupe les taux moyens de matière minérale dans les substrats de culture de POL

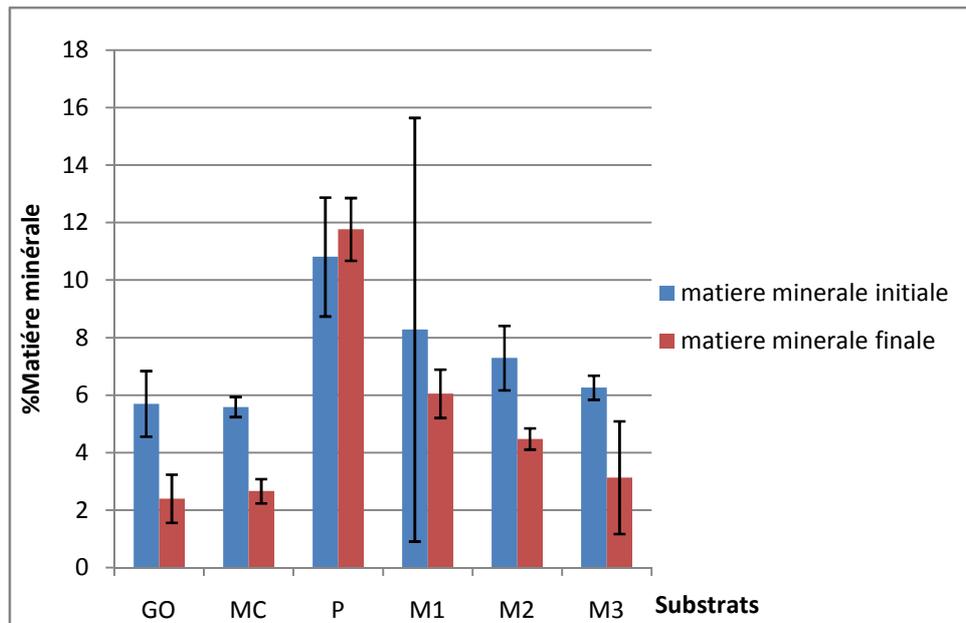


Figure 6 : Taux de la matière minérale dans les substrats avant et fin de culture (\pm Ecart-type).

D'après la figure 6, la paille présente le plus grand taux de la matière minérale ($10,81 \pm 2,07$) par rapport aux autres substrats qui présentent ($5,7 \pm 1,14$ pour GO ; $5,59 \pm 0,35$ pour MC ; $4,96 \pm 3,5$ pour M1 ; $7,29 \pm 1,12$ pour M2 ; $6,26 \pm 0,42$).

À la fin de culture, la matière minérale a baissé pour tous les substrats sauf pour la paille ou il ya eu augmentation ($11,77 \pm 1,09$).

II. PARAMETRES DE FRUCTIFICATION

1. Poids moyen des champignons récoltés

Dans la figure 7 nous avons regroupé les poids moyens des champignons de POL cultivé sur les six substrats et le tableau 6 représente les résultats de l'analyse de la variance des résultats obtenus au seuil de 5%.

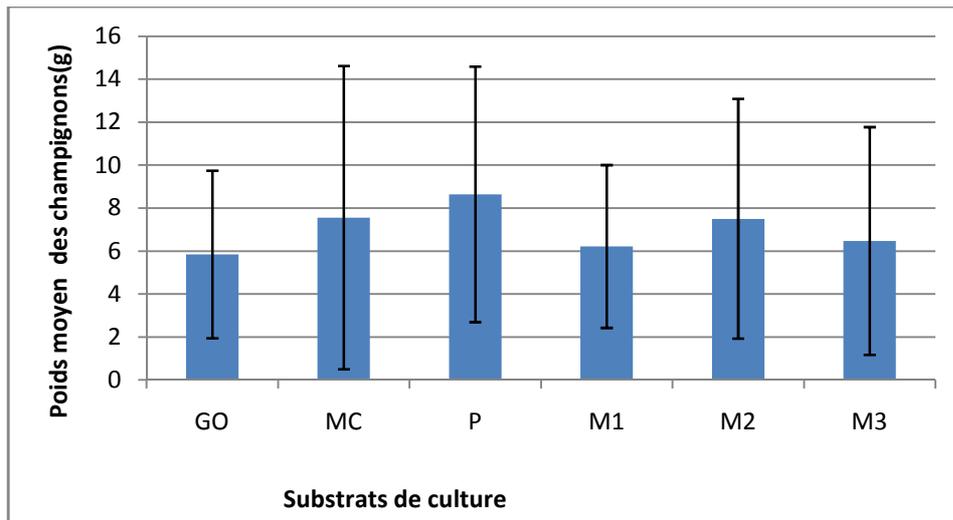


Figure 7 : Poids moyens (\pm écart type) des champignons récoltés en fonction des substrats

Tableau 6 : Tableau de l'analyse de la variance pour le paramètre « poids moyen des champignons en fonction des substrats »

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr>F
Modèle	5	420,309	84,062	2,565	0,026
Erreur	521	17076,666	32,777		
Total corrigé	526	17496,975			

L'analyse de la variance (tab.6) révèle une différence significative pour le facteur substrat. En effet les plus gros champignons ont été obtenus sur la paille et c'est sur le grignon d'olive que les champignons sont les moins gros.

Les écarts types sont grand ce qui signifie que le poids des champignons est très variable (3,79 ; 7,06).

Le test de Newman-Keuls (tab. 7) permet d'établir trois groupes homogènes A, B et AB. le substrat (P) est classé dans le groupe A; le premier mélange (M1) et le grignon d'olive (GO) sont classés dans le groupe B, tandis que les autres substrats, le marc de café (MC) et les autres mélanges M2 et M3 sont classés dans le groupes AB avec des poids moyens respectifs de (7,57; 7,50; 6,48).

Tableau 7: Résultats du Test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyen des champignons en fonction des substrats testés

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
P	8,65	A	
MC	7,57	A	B
M2	7,50	A	B
M3	6,48	A	B
M1	6,22		B
GO	5,84		B

2. Longueur moyenne des pieds des champignons

Les longueurs des pieds des champignons récoltés sur les six substrats testés sont regroupées dans la figure 8. Le tableau 8 regroupe les résultats de l'analyse de la variance de ce paramètre au seuil de 5%.

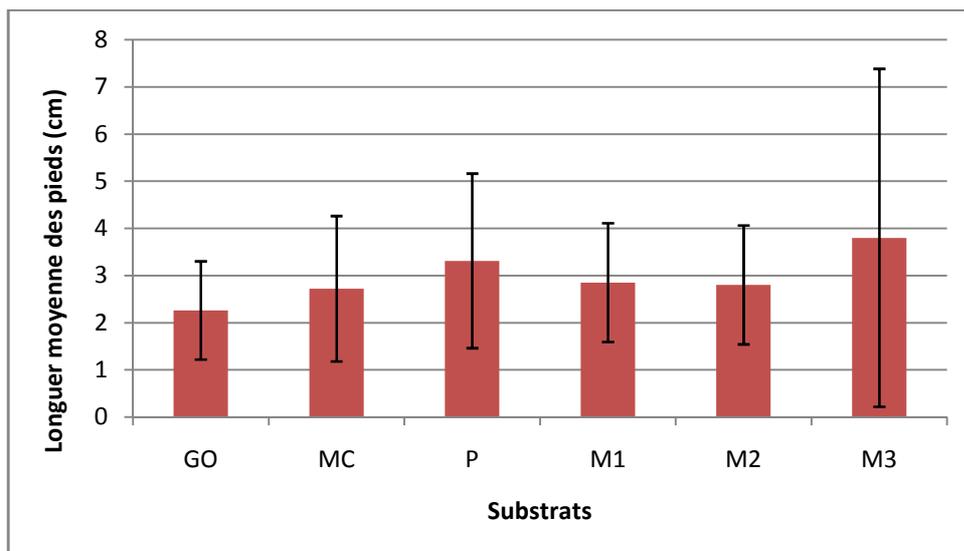


Figure 8: Longueur moyenne des pieds des champignons (\pm l'écart type) en fonction des substrats.

Tableau 8: Tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre largeur des pieds des champignons récoltés en fonction des substrats testés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	95,145	19,029	5,444	< 0,0001
Erreur	521	1821,047	3,495		
Total corrigé	526	1916,191			

D'après l'analyse statistique, il ya une différence très hautement significative de la variable substrats. Cette analyse statistique est complétée par le test N-K pour classer les moyennes selon un ordre décroissant (tab.9).

Tableau 9: Résultat du test de Newman–Keuls au seuil 5% pour le paramètre longueur des pieds des champignons en fonction des substrats testés

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
M3	3,80	A		
P	3,32	A	B	
M1	2,85		B	C
M2	2,80		B	C
MC	2,73		B	C
GO	2,26			C

Le tableau 9 montre la présence de cinq groupes homogènes A, B, C, AB et BC. le groupe A comprend M3, P fait parti du groupe AB; M1, M2 et MC appartiennent au groupe BC et GO est compris dans le groupe C.

3. Largeur moyenne des pieds des champignons

Dans la figure 9 sont représentées les largeurs moyennes des pieds des champignons obtenus sur les différents substrats et les résultats sont confirmés par une analyse de la variance (Tab.10).

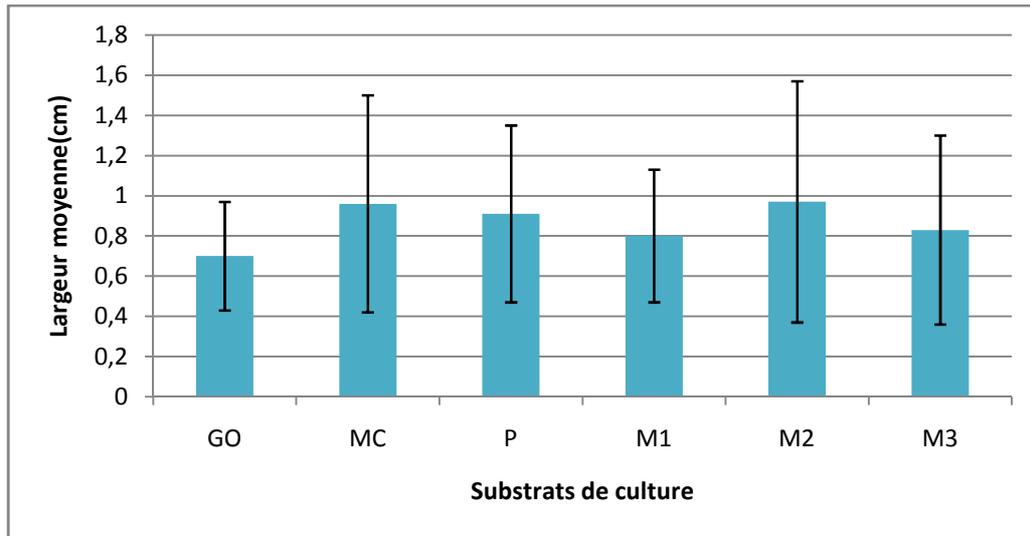


Figure 9: largeur moyenne des pieds des champignons (\pm l'écart type) sur les substrats testés.

Tableau 10 : tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour la largeur des pieds des champignons en fonction des substrats testés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	3,987	0,797	2,252	0,048
Erreur	521	184,455	0,354		
Total corrigé	526	188,442			

Ce tableau d'analyse de la variance révèle une faible différence (au risque $\sigma = 5\%$) liée aux substrats. Le test de Newman Keuls établit un seul groupe homogène, A, qui inclut M2, MC, P, M3, M1, GO.

Tableau 11: comparaison des moyennes, par le test de Newman –Keuls au seuil de 5% de la largeur des pieds des champignons en fonction des substrats. Il serait souhaitable de compléter par un autre test, comme le test de Dun.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
M2	0,97	A
MC	0,97	A
P	0,92	A
M3	0,84	A
M1	0,81	A
GO	0,70	A

4. Diamètre moyens des chapeaux

Les diamètres moyens des chapeaux sont regroupés dans la figure 10.

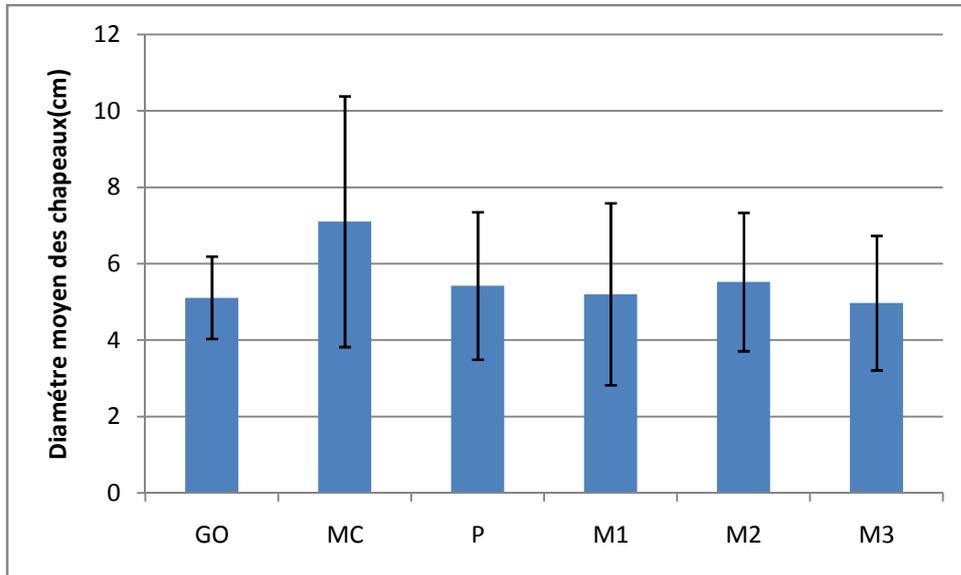


Figure 10 : diamètre moyen des chapeaux des champignons (\pm écart type) sur les substrats testés.

D'après cette figure le diamètre moyen des chapeaux est plus grand sur le MC. Il est plus petit sur GO.

L'analyse ANOVA (tab.12) suivie du test Newman Keuls révèlent qu'il ya une différence très hautement significative et ont mis en évidence la présence de deux groupes homogènes A et B (A : MC ; B : M2, P, M1, GO)

Tableau 12 : Tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour le diamètre moyen des chapeaux des champignons en fonction des substrats testés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	231,493	46,299	7,763	< 0,0001
Erreur	521	3107,407	5,964		
Total corrigé	526	3338,900			

Tableau 13 : Résultats du test de Newman –Keuls au seuil 5% du diamètre des chapeaux des champignons en fonction des substrats.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
MC	7,10	A	
M2	5,53		B
P	5,43		B
M1	5,20		B
GO	5,11		B
M3	4,97		B

5. Les rendements

La figure 11 présente les rendements moyens des champignons par bloc selon les substrats considérés

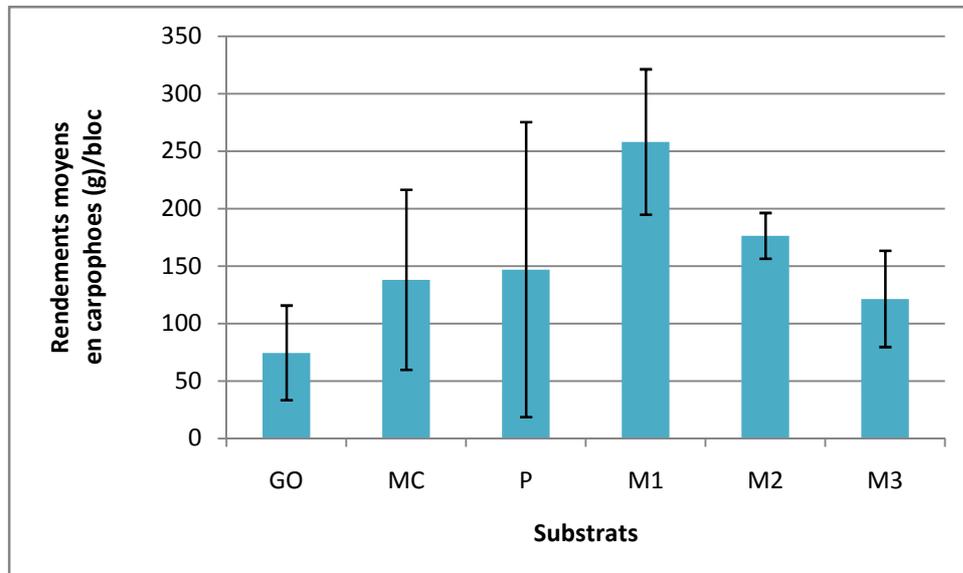


Figure 11: rendement moyen en champignon de *Pleurotus ostreatus* par bloc de culture de 1Kg en fonction des substrats testés

La figure 11 indique que le plus grand rendement en champignons est observé dans le substrat M1 ((258 ± 63,26) g) tandis que sur le GO le rendement est le plus bas ((74,5±41,2)g).

L'analyse de la variance (tab.14) montre qu'il y a une différence significative entre les substrats testés. Le coefficient de variabilité est de 43,36%.

Le test de Newman-Keuls (tab.15) a mis en évidence l'existence de trois groupes homogènes en fonction des substrats. Le groupe A avec M1, le groupe B avec GO; les rendements de M2, P, MC et M3 sont intermédiaires entre, les rendements de M1 et GO compris dans le groupe AB.

Tableau 14: Tableau d'analyse de la variance pour les rendements moyens par bloc de culture de POL en fonction des substrats testés.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	167264,8	23	7272,384				
VAR.SUBSTRAT	75932,03	5	15186,41	3,471	0,02778		
VAR.RESIDUELLE							
1	65634,48	15	4375,632			66,149	43,36%

Tableau 15 : Résultats du Test de Newman-Keuls (au seuil de 5%) sur les rendements moyens en champignons en fonction du substrat

Substrats	MOYENNES	Groupes	
M1	258	A	
M2	176,32	A	B
P	146,98	A	B
MC	138,07	A	B
M3	121,47	A	B
GO	74,5		B

Discussion

L'acidification du milieu, la diminution de l'humidité, l'augmentation de la matière sèche, dans les résidus agricoles valorisés, indiquent qu'il y'a activité de la souche de champignon comestibles utilisée, *Pleurotus ostreatus* Locale (POL). Ces résidus agricoles sont GO (98 % Grignon d'olive), MC (98% Marc de Café), P (98% Paille de blé), et leurs combinaisons à savoir M1 (10% Paille de blé + 44% Grignon d'olive +44% Marc de Café), M2 (10% Paille de blé +29 % Grignon d'Olive + 59 % Marc de Café) et M3 (10% Paille de blé + 19 % Grignon d'Olive +79% Marc de Café) supplémentés chacun par 2% de carbonate de calcium pour optimiser le pH.

Comme cela a été signalé par Mansour-Benamar et al (2014), l'optimisation du pH initial, par addition de 2% de CaCO_3 , a permis, par exemple, dans le cas de la paille, le passage du pH de 7,88 à 8,19 et entraîné une nette amélioration dans les rendements en carpophores. Nwokoye et al (2010) ont montré que *P. ostreatus* était capable de croître de façon optimale à pH 9.

Selon Rajarathnam et al (1987) le pH d'un substrat dépend de la composition physico-chimique de ce dernier. Généralement il diminue durant le développement du champignon à cause de l'excrétion d'acides organiques liés à l'activité du mycélium.

L'humidité et la température jouent des rôles prépondérants dans la multiplication mycélienne (Jandaik & Goyal, 1995). L'eau constitue un facteur limitant pour le développement des champignons. La teneur en humidité initiale dans les témoins et les substrats formulés variée de 53,93% pour GO à 67,15% pour la paille. Ces taux d'humidité sont acceptables pour démarrer une culture de champignons comestibles puisque le taux recommandé par de nombreux chercheurs, comme Oei (1993, 2005), Olivier (1991) et Olivier et al (1991), se situe autour de 60%.

Le bon contrôle de l'humidité durant la culture est important pour les champignons. Il est bon de maintenir un taux d'humidité élevé (80 - 90%) en pulvérisant de l'eau plusieurs fois par jour (Oei, 2005), cependant, aucune eau ne devrait être pulvérisée directement sur les champignons quand ils sont prêts à être récoltés; leur durée de conservation diminuerait s'ils renferment trop d'eau (Dawit, 1998).

Comme l'ont signalé Mansour-Benamar et al en 2013 et en 2014, la paille joue un triple rôle: le premier est un rôle structurant pour le substrat, en améliorant la circulation de

l'air dans le substrat à travers les chaumes, activant ainsi le développement de POL qui est un champignon aérobic, le deuxième rôle est lié à sa capacité de rétention d'eau élevée ($\approx 75\%$ d'eau), elle constitue, ainsi, une réserve d'humidité pour le champignon et son troisième rôle est nutritif grâce à sa richesse en éléments minéraux.

L'apparition des premiers primordia a eu lieu 3-4 semaines après inoculation conformément aux résultats d'Amiche et Haddad (2011), Aoudia (2013), Belkhir et Amejkouh (2013) avec la même souche de Pleurote. Simon et al (2010) ont observé la même durée d'incubation pour une autre souche de *P. ostreatus* sur la sciure de bois.

Les champignons les plus lourds ont été récoltés sur la paille avec un poids moyen (PM) de 8,64g tandis que les moins lourds se sont formés sur le grignon d'olive (PM = 5,84g), alors que le poids moyen des champignons obtenus par Mansour –Benamar en 2016 sur GO seul est de 6,71g, et sur le MC seul 8,02g.

La taille du pied des pleurotes est un critère de commercialisation important. En effet, chez *P. ostreatus*, le pied est coriace donc impropre à la consommation. L'obtention de champignons avec pieds courts ou même absents est recommandée.

Les champignons à pieds les plus long, avec une longueur moyenne de 3,81cm, ont été récolté sur M3; les champignons à pieds les moins long sur GO (2,26 cm). Belkhir et Amejkouh, en 2013, ont obtenues sur le mélange GO/P/CaCO₃ (48%/50%/2%) des champignons avec des pieds nettement plus courts (1,74cm).

Quant à la largeur des pieds des champignons, elle ne semble pas variée significativement en fonction des substrats de culture de POL testés.

Concernant le diamètre moyen des chapeaux des champignons récoltés, la différence selon les substrats est très hautement significative et c'est sur MC que nous avons retrouvé des champignons avec les chapeaux les plus larges (7,11cm) alors que Aoudia, en 2013, a récolté des champignons sur le même type de substrat avec un diamètre moyen nettement plus faible (4,70 cm). Ce dernier est proche de la mesure moyenne obtenue pour les champignons formés sur M3 (4,98cm).

En ce qui concerne les rendements en champignons, ils sont plus élevés sur le mélange 1 (M1) (258g par bloc), les plus bas ont été obtenus sur le grignon d'olive (74,50g par bloc).

Dans le cadre d'un travail similaire, Manirakiza et al, en 2014, ont cherché à valoriser des résidus agricoles par *P. ostreatus*. Ils ont testé des substrats composés de deux résidus agricoles (avec des taux variable d'incorporation des résidus agricoles à valoriser) et ont constaté que le mélange de 70% d'une Graminée décorative (*Pennisetum purpureum*) avec 30% de broyat de noyaux d'avocats ont donné les rendements les plus élevés (340g par bloc de 1kg).

Les rendements moyens que nous avons obtenus avec la culture de POL sur M1 comparativement à ceux obtenus par Simon et al, (2010) (10 à 15 %), avec *Pleurotus cystidiosus* et *Lentinus squarrosulus* sur de la sciure de bois, sont nettement supérieurs avec une moyenne 28,18%. De plus les champignons obtenus, par rapport à ceux obtenus précédemment dans le Laboratoire, sont de meilleure qualité.

Ainsi, la formulation du complexe M1, avec 2% de CaCO₃, 10% de paille de blé et des quantités de grignon d'olive et de marc de café à parts égales (44% chacune) a été bénéfique pour la culture du pleurote local et nous la recommandons.

Conclusion et Perspectives

Au terme de cette étude, nous pouvons affirmer que les résidus agricoles, comme cela a été signalé par de nombreux chercheurs, peuvent constituer une source de matériels à valeurs ajoutées. C'est ce que nous avons appliqué au grignon d'olive, au marc de café et à la paille de blé, seuls (témoins) ou en mélange et que nous avons valorisé en produisant des champignons d'une souche locale de *Pleurotus ostreatus* (POL) destinés à l'alimentation humaine. Les pleurotes sont connus pour leurs bonnes valeurs alimentaire et médicinales.

La formulation d'un substrat de culture est une étape cruciale dans la culture de champignons comestibles et influe significativement sur les rendements. Les résultats de notre étude nous permettent d'affirmer que sur les trois combinaisons de résidus agricoles testées (M1, M2 et M3), les substrats combinés M1 et M2 ont permis une amélioration des rendements mais c'est sur M1 dans lequel GO et MC ont été incorporés à quantités égales que les rendements ont été significativement meilleurs, avec des champignons de bonne qualité.

Les principaux obstacles rencontrés au cours de la culture de POL sont liés à l'absence d'un système de climatisation dans la salle de culture.

En perspectives nous pouvons dire que cette valorisation de résidus agricoles, généralement sources de pollution, par la culture de champignons comestibles, en plus des champignons produits destinés à l'alimentation humaine, ouvre de nombreuses perspectives. En effet, suite à cette étude, les champignons récoltés ont été séchés puis soumis à la recherche d'activités anti-oxydantes et antimicrobiennes, en relation avec les résidus agricoles valorisés. Les analyses sont en cours. De plus ce type de recherche peut se faire également sur les résidus de culture de POL.

Les résidus de cultures de POL sur GO ont déjà faits l'objet de deux valorisations, l'une en les incorporant dans l'aliment de lapines de population locale (Akkache, 2010) ; l'autre en tant que fertilisant du sol, sur la germination et la croissance de deux cultivars d'*Allium sativum* (l'ail) et de *Vicia faba* (la fève) (Boudjmai, 2013) et celles du haricot dolique et du maïs (Kara Ali & Khendriche, 2013). Les résultats obtenus dans les deux cas sont prometteurs.

1. **ADEME**, 1998. Luzerne. Etude Agricole, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Institut Technique des Céréales et des Fourrages.
2. **Akkache S.**, 2010. Effet de deux aliments granulés sur les performances de la reproduction des lapines de populations locales. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques option Aliment Animal et Produits Animaux, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 60p.
3. **Albores S., Pianzola M.J., Soubes M. & Cerdeiras M.P.**, 2006. Biodegradation of agro-industrial wastes by *Pleurotus spp* for its use as ruminant feed. Electronic Journal of Biotechnology 9: 217-220.
4. **Amedjkouh Z. & Belkhir M.**, 2013. Valorisation du grignon d'olive supplémenté avec de la paille de blé par la culture d'une souche locale *Pleurotus ostreatus* (Jacq Ex Fries) Kummer, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie Végétal et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 45p.
5. **Ammerlaan T., Barrière V., Genest-Richard P. & Rabow S.**, 2012. Tales of a forgotten bioresource : the recycling of spent coffee grounds. Department of Bioresource Engineering McGill University, Montréal, Canada, 57p.
6. **Ammiche C. & Haddad A.**, 2011. Valorisation du grignon d'olive par la culture d'une souche locale de *Pleurotus ostreatus* et dosage de quelques activités du champignon. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie Végétal Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université MOULOUDE MAMMERI de Tizi-Ouzou, Algérie, 54p
7. **Aoudia S.**, 2013. Valorisation du marc de café supplémenté avec de la paille de blé par la culture d'une souche locale. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie Végétal et Environnement Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 53p.
8. **Ballesteros L.F., Teixeira J.A. & Mussatto S.I.**, 2010. Chemical, functional and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin Food Bioprocess Technol, vol 7, p 3493-3503.
9. **Barbera C.E.**, 1965. L'utilisation du marc de café. Revue « Café, Cacao, Thé ». Vol. IK n°3; 206-217.
10. **Blandeau E.**, 2012. Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en Pharmacie, UFR Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de la santé, 112 p.

11. **Boudjmai K.**, 2013. Essai d'amélioration de la germination et de la croissance de deux cultivars d'*Allium sativum* L. et de *Vicia faba* L. par les résidus de culture d'un champignon comestible. Mémoire de Master II en Sciences de la Nature et de la Vie, option Génétique et Amélioration des Plantes, Département de Biologie Végétale et Animale, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie; 54p
12. **Cannon P.F. & Kirk P.M.**, 2007. Fungal families of the world. CABI Publishing Series, 456p.
13. **Chang S.T.**, 1991. Hand book of applied mycology. Marcel Dekker Inc, New York, 221-240.
14. **Darwish G.A., Bakr A.A. & Abdallah M.M.**, 2012. Nutritional value up grading of maize stalk by using *Pleurotus ostreatus* and *Saccharomyces cerevisiae* in solid state fermentation. Annals of Agricultural science 57: 47-51.
15. **Dawit A.**, 1998. Mushroom cultivation: the practical approach. Berhanena Selam Printing, Addis Ababa, Ethiopia, 218p.
16. **Delmas J.**, 1989. Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs. La Maison Rustique, 940p.
17. **Dibaluka M.S., Lukoki L.F., De Kecel A. & Degreef J.**, 2010. Essais de culture de quelques champignons lignicoles comestibles de la région de Kinshasa (R.D. Congo) sur divers substrats lignocellulosiques. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 14(3), 417-422.
18. **Djerroum T.**, 2007. Contribution à l'étude du comportement de deux souches de pleurote en huitre sur le carburant diesel et l'huile de vidange moteur diesel. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Biologie, Spécialité Ecologie Végétale et Environnement, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 102p.
19. **DSA** (Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou), 2017. Communication personnelle.
20. **Dumon R.**, 1986. Chapitre IV: L'économie des pailles et des fumiers In: Valorisation énergétique du bois et de la biomasse: l'énergie verte. Edit. Masson, pp 116-122.
21. **Fang J.M., Sun R.C., Salisbury D., Fowler P. & Tomkinson J.**, 1999. Comparative study of hemicelluloses from wheat straw by alkali and hydrogen peroxide extractions. Polymer Degradation and Stability, 66(3):423-432.
22. **Feretti G. & Scalabre J.L.**, 1978. Perspectives offertes pour une meilleure valorisation des grignons. In Séminaire sur l'Olivier et autres plantes oléagineuses cultivées en Tunisie. Mahdia. 3-7 juillet 1978. Tunisie.

23. **Février C.A. & Willequet F.**, 2009. Valorisation par l'alimentation animale in Moletta René. Le traitement des déchets. Editions TEC & DOC, Lavoisier.
24. **Flandroy L.**, 1993. Savez- vous planter des champignons à la mode des chinois ? Biofutur N°123, 38-43.
25. **Fourré G.**, 1990. Derniers nouvelles des champignons. Edité par l'auteur ; 347p.
26. **Givelet P.H.**, 2011. Compléments alimentaires à base de champignons. Diplôme d'études spécialisées de Docteur en Pharmacie. Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille. Université de Lille 2, 92p.
27. **Hammad M., Badarneh D. & Tahboub K.**, 1999. Evaluating variable organic waste to produce methane. Energy Conversion and Management vol 40, 1463-1475.
- 28.
29. **Hernández D., Sánchez J.E. & Yamasaki K.**, 2003. A simple procedure for preparing substrate for *Pleurotus ostreatus* cultivation. Bioresour Technol, vol 90, 145-150.
30. **Isikhuemhen O.S. & Mikiashvili N.A.**, 2009. Lignocellulolytic enzymes activity, substrate utilization and mushroom yield by *Pleurotus ostreatus* cultivated on substrate containing anaerobic digester solids. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology 36:1353-1362.
31. **Jandaik C.L. & Goyal S.P.**, 1995 .Farm and Farming of Oyster Mushroom (*Pleurotus* Species) In: Singh RP, Chaube HS, editors. Mushroom Production Technology. Pantnagar, India: G.B. Pant University of Agriculture and Technology; pp, 72–78.
32. **Jayakumar T., Thomas P.A. & Geraldine P.**, 2007. Protective effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on antioxidants of major organs of aged rats. Exp Gerontol. 42(3):183-91.
33. **Jeguirim M., Limousy L. & Dutournie P.**, 2014. Pyrolysis kinetics and physicochemical properties of agropellets produced from spent ground coffee blended with conventional biomass. Chemical Engineering Research and Design, vol 92, 1876-1882.
34. **Jyménez-Zamora A., Pastoriza S. & Rufián-Henares J.A.**, 2015. Valorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties *LWT - Food Science and Technology*, vol 61, 12-18.
35. **Kademi A., Ismaili-Alaoui M. & Houde A.**, 2003. Des arômes synthétiques au naturel. Centre de Recherche et de Développement sur les Aliments ; Saint Hyacinthe, Québec.

36. **Kalmis E., Nuri A., Hasan Y. & Fatin K.,** 2008. Feasibility of using olive mill effluent (OME) as a wetting agent during the cultivation of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* on wheat straw. *Bioresour. Technol.* vol99, 164-169.
37. **Kara-Ali N. & Khendriche S.,** 2013. Essai d'amélioration de la germination et de la croissance de *Vigna unguiculata* L. Walp et de *Zea mays* L. par un résidu de culture d'un champignon comestible. Mémoire de Master II en Sciences de la Nature et de la Vie, option Génétique et Amélioration des Plantes, Département de Biologie Végétale et Animale, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie; 67p.
38. **Kerr T.J., Windham W.R. & Woodward J.H.,** 1986. Chemical Composition and In vitro Digestibility of Thermochemically Treated Peanut Hulls. *J Sci Food Agric* 37: 632-636.
39. **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.
40. **Lakhtar H.,** 2009. Culture du *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler sur résidus oléicoles en fermentation en milieu solide: Transformation des polyphénols des margines. Thèse de Doctorat de l'Université Paul Cézanne- Aix Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques - Saint Jérôme. Discipline: Biologie des Populations et Ecologie. 170 p.
41. **Limousy L., Jeguirim M., Dutournié P., Kraiem N., Lajili M. & Said R.,** 2013. Gaseous products and particulate matter emissions of biomass residential boiler fired with spent coffee grounds pellets. *Fuel*, vol 107, 323-329.
42. **Liu K. & Price G.W.,** 2011. Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds. *Bioresource Technology*, vol 102, 7966-7074.
43. **Loussert M. & Brousse G.,** 1978. L'olivier. Coll. des Techniques agricoles et Productions méditerranéennes, G. P. Ed. Moissonneuve et Larose, Paris. 404p
44. **Lutz J.A. & Jones G.D.,** 1978. Effect of peanut hulls on the performance of corn. *Agron. J* 70: 784-786.
45. **Mane V.P., Patil S.S., Syed A.A. & Baig M.M.V.,** 2007. Bioconversion of low quality lignocellulosic agricultural waste into edible protein by *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *Journal of Zhejiang University Science B* 8: 745-751.
46. **Manirakiza E., Bigawa S. & Ndayishimiye J.,** 2010. Effet de Pennisetum sp. enrichi au broyat de noyaux d'avocats sur le rendement des souches de *Pleurotus ostreatus* (2125, 2153 et 969), *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 13: 60-65.

47. **Mansour-Benamar M., Savoie J.-M., Chavant L. & Lebsir R.,** 2007. Valorisation du marc de café brut par la culture d'une souche locale de champignon comestible, *Pleurotus ostreatus*. Sciences, Technologies & Développement ANDRU (2):102 – 116.
48. **Mansour-Benamar M. & Chavant L.,** 2010. Guide illustré de la culture d'un champignon comestible: le Pleurote en huître. Editions El-Amel, Dépôt légal: 3911 – 2010. ISBN: 978 -9947- 30 - 060 -2.
49. **Mansour-Benamar M., Ammar-Khodja N. & Chavant L.** 2010. Valorisation du grignon d'olive par la culture d'une souche de champignon comestible, *Pleurotus ostreatus* (Jacq Ex Fries) Kummer, isolée à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou, Algérie) Les Journées Internationales de Biotechnologie 2010 de l'Association Tunisienne de Biotechnologie 19 - 22 Décembre, Yasmine Hammamet, Tunisie.
50. **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.
51. **Mansour-Benamar M., Aoudia S. & Ammar-Khodja N.,** 2014. Valorization of coffee-grounds supplemented with wheat straw by cultivation of a *Pleurotus ostreatus* local strain, Chapter 12 In Mushrooms: Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits, Editor: Grégoire PESTI, Nova Science Publishers, Inc, 227-242.
52. **Mansour-Benamar M.,** 2016. Valorisation de résidus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestibles du genre *Pleurotus* Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, option Biologie Végétale, Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 257 p.
53. **Mantell C.L.,** 1975. Solid waste: origin, collection, processing, and disposal. John Wiley & Sons Inc Ed., 1127 p.
54. **Manzi P., Marconi S., Aguzzi A. & Pizzoferrato L.,** 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. Food Chem. vol 84, 201-206.
55. **Mathieu C. & Pieltain F.,** 2003. Analyse chimique des sols- Méthodes choisies. Edition TEC & DOC Lavoisier, 387 p.
56. **Maublanc A.,** 1976. Les champignons comestibles et vénéneux, 6^{eme} Edition, Le Chevalier ; 107p.
57. **Monnier G. & Courtecuisse R.,** 1997. Guide de poche des champignons. Delachaux et Nieste, 88p.
58. **Mussatto S.I., Carneiro L.M., Silva J.P.A., Roberto I.C. & Teixeira J.A.,** 2011. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. Carbohydrate Polymers, vol 83, 207-211.

59. **Nefzaoui A.**, 1984. Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier. In : Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Étude FAO Production et santé animales 43, Rome.
60. **Nefzaoui A.**, 1991. Valorisation des sous-produits de l'olivier, In: Tisserand J-L (ed), Alibés X (ed) Fourrages et sous-produits méditerranéens Zaragoza: CIHEAM, 1991 p 101-108 (Options Méditerranéennes : Série A Séminaires Méditerranéens; n 16).
61. **Nwokoye A.I., Kuforiji O.O. & Oni P.**, 2010. Studies on mycelial growth requirements of *Pleurotus ostreatus* (fr.) singer. Int. J. Basic Appl. Sci.vol10, 47–53.
62. **Oei P. & Nieuwenhuijzen B.V.**, 2005. La culture des champignons à petite échelle, pleurotes, shiitakes et auriculaires. 1ère édition, Agrodod40, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen Editeur Janna de Feijter , 87p.
63. **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.
64. **Olivier J.-M.**, 1991. Champignons. Tech. Agric. 2170.
65. **Olivier J.-M., Laborde J., Guimberteau J., Poitou N., Houdeau G. & Delmas J.**, 1991 .La culture des champignons. Ed Armand Colin, 160 p.
66. **Pagnanelli F., Toro L. & Vegliò F.**, 2002. Olive mill solid residues as heavy metal sorbent: a preliminary study. Waste Manag. 22(8):901-907.
67. **Philippoussis A.N.**, 2009. Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates: in P. Singh nee' Nigam, A. Pandey (eds), Biotechnology for agro-industrial residues utilization. Springer Science +Business Media B.V. pp163-196.
68. **Philippoussis AN. , Zervakis G. & Diamantopoulou P.**, 2001. Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus spp.* World Journal of Microbiology and Biotechnology 17: 191-200.
69. **Radha K.V. & Lakshmanan D.**, 2013. A review: lovastatin production and applications. Asian J Pharm Clin Res, Vol 6, Issue 3, 21-26.
70. **Rajarathnam S. & Bano Z.**, . *Pleurotus* mushrooms. Part III. Biotransformation of natural lignocellulose wastes: Commercial applications and implications. Crit. Rev.Food Sci. Nutr. 28(1):31-113.
71. **Rodríguez G., Lama A., Rodríguez R., Jiménez A., Guillén R. & Bolaños J.F.**, 2008. Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. Bioresource Technol., vol 13, 5261-5229.

72. **Sansoucy R.**, 1984. Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin Méditerranéen. Etude FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Production et Santé Animales, 43, Rome. 148p.
73. **Shen K. & Gondal M.A.**, 2013. Removal of hazardous rhodamine dye from water by adsorption onto exhausted coffee ground. Journal of Saudi Chemical Society, Vol. 17, 288-306.
74. **Six M.F.**, 1999. Les atouts nutritionnels des champignons. Bull FNSACC (Fédération nationale des syndicats des cultivateur de champignons, France), Avril-Mai-Juin 1999, n°89, 847-854.
75. **Stephen S.H.T. & Lynch J.**, 1981. The chemical components and decomposition of wheat straw leaves, internodes and nodes" Journal of the Science of Food and Agriculture, 32(11):1057-1062.
76. **Survase DM.** 2012. Bioconversion of agro waste into edible protein rich mushroom *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. Trends in Biotechnology Research. Vol. 1 n°2, 60-62.
77. **Topal H., Atimtay A.T. & Durmaz A.**, 2003. Olive cake in a circulating fluidized bed. Fuel 82(9): 1049-1056.
78. **Wong Y.S. & Wang X.**, 1991. Degradation of tannins in spent coffee grounds by *Pleurotus sajor-caju* World Journal of Microbiology and Biotechnology, vol7, 573-574.
79. **Yacoub Y.**, 1997. Valorisation des sous-produits. L'investisseur agricole, vol 19, 17-18.
80. **Yang W., Guo F. & Wan Z.**, 2013. Yield and size of oyster mushroom grown on rice/wheat straw basal substrate supplemented with cotton seed hull. Saudi J Biol.Sci 20: 333-338.
81. **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.
82. **Zervakis G., Philippoussis A., Ioannidou S. & Diamantopoulou P.**, 2001. Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions of the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. Folia Microbiol. 46 (3): 2.