

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



UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET VEGETALE

Mémoire
de Master Académique
en Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et Environnement

**Valorisation d'un mélange de résidus agro-industriels par la
culture de champignon *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.)**

Kummer local :

Effet de l'addition du son de blé

Présenté, le 21/10/2019 par :

Lynda CHAYA & Mahfoud HADJEM

Devant le Jury composé de :

Présidente : Mme Djamila-Sadoudi-Ali-Ahmed

Promotrice : Mme Malika Mansour-Benamar

Examineur : Mr Ahmed-Oudjiane

Remerciements

Nous tenons, tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

*Ensuite, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements ainsi que notre profond respect à notre promotrice **Madame Mansour-Benamar Malika**, maître de conférences classe B à la FSBA (UMMTO), pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, ainsi que pour le temps qu'elle a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche. et aussi pour son suivi attentif de la réalisation de ce mémoire de Master.*

*Nous remercions également **Mademoiselle Ammar-Khodja Nadia** pour toute l'aide et le soutien, de tous les instants, qu'elle nous a apporté ainsi que pour les bons conseils qu'elle nous a toujours prodigué, ce qui nous a permis de travailler à l'aise.*

Nos sincères remerciements s'adressent également à l'ensemble des membres de jury qui nous font l'honneur d'examiner ce travail :

- ❖ *Mme **Djamila-Sadoudi-Ali-Ahmed** Professeur à la FSBA (UMMTO), qui nous fait l'honneur de présider le jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.*
- ❖ *Mr **Ahmed Oudjiane**, Maître assistant class A, et chef de département au département de biologie FSBA (UMMTO) pour avoir accepté d'examiner ce travail.*
- ❖ *Nos plus vifs remerciements vont à Mme **Smail-Saadoun Nouria** pour sa précieuse aide dans l'analyse statistique. Ainsi à **Aghiles Madani** pour la paille de blé et son hachage.*

Enfin, les mots les plus simples étant les plus forts, nous adressons toute notre affection à tous nos camarades, particulièrement ceux de la spécialité "Biodiversité et Environnement" et toutes les personnes qui ont contribué de prêt ou de loin au bon déroulement de ce mémoire de fin d'étude.

DEDICACES

A nos deux familles

Index des figures

Figure 1 : <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. Ex Fries) Kummer	3
Figure 2 : Cycle de reproduction de <i>Pleurote ostreatus</i>	5
Figure 3 : Blanc de POL prêt pour l'incubation.....	14
Figure 4 :Résidus agro-industriels : grignon d'olive (A),Marc de café (B), Paille de blé (C) et son de blé (D).....	15
Figure 5 : Blocs de culture de POL prêts pour l'incubation	18
Figure 6 : pH initiaux et finaux dans les substrats de culture de POL (\pm écart-type)	22
Figure 7 : Taux d'humidité moyens, initial et final, (\pm écart type) dans les troissubstrats	23
Figure 8 : Taux moyens (\pm écart- type) de matière sèche, initiale et finale, dans les substrats de culture de POL.....	24
Figure 9 :Taux moyens (\pm Ecart- types) des matières minérales, initiales et finales, dans les trois substrats, avant et après la culture POL	24
Figure 10 :Nombre moyens(\pm Ecart- types) de champignons par bloc de culture de 3kg	25
Figure 11 : Fructification du Pleurote local sur les trois substrats	27
Figure 12 : Rendement (\pm écart type) par bloc de culture de 3kg de substrat	27
Figure 13 :Poids moyen (\pm écart type) par champignon récolté en fonction des substrats	29
Figure 14 :Poids moyens (g) (\pm écart type) par chapeau en fonction des substrats	30
Figure 15 :Diamètre moyen (\pm écart type) par chapeau des champignons formés en fonction des substrats.	31
Figure 16 :Poids moyen (\pm écart type) par pied chez les carpophores formés en fonction du substrat	32
Figure 17 :Longueur moyenne (\pm écart type) des pieds des champignons en fonction des substrats.....	33
Figure 18 : Largeur moyenne(\pm écart type) des pieds des champignons en fonction des substrats.....	34
Figure 19 : L'analyse en composantes principales des paramètres relatifs aux paramètres de fructification de POL sur les 3 substrats testés.....	38

Index des tableaux

Tableau 1 : Composition physique du grignon d'olive	9
Tableau 2 : Composition chimique indicative du grignon d'olive brut	9
Tableau 3 : Composition chimique du marc du café.....	11
Tableau 4 : Composition chimique de la paille de blé	12
Tableau 5 : Composition nutritive du son de blé	13
Tableau 6 : Formulation des substrats de cultures de POL (exprimée en pourcentage de chaque élément).....	17
Tableau 7:Tableau de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre nombre de champignons par bloc de substrat de culture	26
Tableau 8 : Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre nombre moyen de champignons récoltés en fonction des substrats	26
Tableau 9 : Analyse de la variance pour la variable rendement en carpophores par kg de substrat	28
Tableau 10 : Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre, rendement en carpophore, en fonction du substrat	28
Tableau 11: Rendement en pourcentage par bloc de culture.....	28
Tableau 12 : Tableau de l'analyse de la variance poids moyens des champignons en fonction des substrats.....	29
Tableau 13 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyens par carpophores en fonction des substrats	29
Tableau 14 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre poids moyen par chapeau des carpophores formés en fonction des substrat	30
Tableau 15 : Résultat de teste de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyens par chapeau en fonction des substrats.....	31

Tableau 16: tableau d'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre diamètre moyens des chapeaux des carpophores en fonction des substrats	31
Tableau 17:: Résultats du test de Newman-Keuls au seuil 5% pour le paramètres diamètres moyen des chapeaux des champignons récolté en fonction des substrats testé	32
Tableau 18 : Tableau de l'analyse de la variance pour le paramètre poids moyens par pied de carpophores en fonction des substrats	32
Tableau 19 : Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyen par pied des carpophores formés en fonction des substrats.....	33
Tableau 20:de l'analyse de la variance pour le paramètre longueur moyenne des pieds des champignons	33
Tableau 21 : Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre longueur (cm) des pieds des champignons en fonction des substrats	34
Tableau 22 : Tableau de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour la largeur des pieds des champignons en fonction des substrats testé	35
Tableau 23:Résultats du test de Newman-Keuls au seuil 5% pour la variable largeur (cm) des pieds des champignons en fonction des substrats testés	35

Index des abréviations

CaCO₃ : Carbonate de calcium.

GO : Grignons d'olive.

MC : Marc de café.

P : Paille de blé.

POL : *Pleurotus ostreatus* Local.

pH : Potentiel hydrogène.

SC : Somme des carrés

CM : Carré des moyennes

C.V : Coefficient de variation

Proba : Probabilité

DDL : Degré de liberté

Tab : Tableau

M10 : Mélange 10 %

MT : Mélange témoin

M5 : Mélange 5%

NK : Newman-Keuls

Fig. : figure

TABLE DES MATIERES

Remerciement

Dédicace

Index des abréviations

Index des figures

Index des tableaux

Sommaire

Introduction générale..... 1

ChapitreI : Synthèse Bibliographique

Partie A:*Pleurotusostreatus*

1-Définition 3

2-Systématique 3

3-Description 3

4-Cycle de culture du pleurote 4

5-Croissances et production de pleurotes 6

6-Besoins nutritifs 6

6.1 - Source de carbone 6

6.2 - Source d'azote 6

6.3- les éléments minéraux..... 7

7-Facteurs déterminants l'activité des champignons 7

8-Propriétés du pleurote en huitre 7

8.1 – Intérêt médicinales 8

8.2 – Intérêt alimentaire..... 8

8.3 - Intérêts économiques..... 8

8.4 -Intérêts écologiques..... 8

Partie B : Les résidus agricoles à valoriser

1-Grignon d'olive 9

1.2 - Composition physique de grignon d'olive 9

1.3- Composition chimique de grignon d'olive 9

1.4-Valorisation du grignon d'olive..... 10

2 –Marc de café 10

2.1 - Compositions chimiques du marc de café 10

2.2 - Valorisations du marc de café 11

3 - Paille de blé	11
3.1 - Compositions chimiques de la paille de blé	11
3.2-Valorisations de la paille de blé	12
4- Son de blé	12
4.1-Composition chimique du son de blé	13

Chapitre II : Matériel et méthodes

1- Matériel utilisé.....	14
1.1- Matériel mycologique	14
1.2-Les résidus agricoles utilisés pour la culture de POL	14
1.2.1 - Grignon d'olive	14
1.2.2 - Marc de café.....	14
1.2.3 -Paille de blé.....	15
1.2.4- le son de blé	15
2-Méthodes d'études	16
2-1- Préparation des substrats de culture de POL	16
2.1.1- Humidification des résidus agricoles	17
2.1.2-formulation des mélanges de résidus agricoles.....	17
2.1.3-Traitement thermique	17
2.1.4-Inoculation des résidus agricoles	17
2.1.5-Incubation	18
2.1.6 - Induction fructifère	18
3- Analyses physico-chimiques	19
3.1- Mesure du pH	19
3.2- Mesure de l'humidité et de la matière sèche.....	19
4-Mise en Fructification.....	20
5- Récolte des carpophores et évaluation des rendements.....	20
6-Analyses statistique	20

Chapitre III : Résultats et discussion

1-Mesure des différents paramètres physico-chimiques.....	22
1.1 - Mesure du Ph	22
1.2 -Taux d'humidité dans les trois substrats de culture de POL.....	23
1.3 - Matière sèche dans les différents résidus agricoles	23
1.4 - Matière minérale dans les différents résidus agricoles	24

2 - Paramètre de Fructification	25
2.1- Rendement en champignons	25
2.1.1-Nombre moyens de champignon récolté par bloc de culture.....	25
2.1.2- Rendement	27
2. 2 - Paramètre relatifs à la qualité des carpophores.....	28
2.2.1-Poids moyens par carpophore récolté en fonction des substrats.....	28
2.2.2- Poids moyen par chapeau des carpophores en fonctions des substrats.....	30
2.2.3-Diamètre moyen des chapeaux des carpophores en fonctions des substrats.....	31
2.2.4-Poids moyen par pied des carpophores formés en fonctions des substrats.....	32
2.2.5-Longueur moyenne des pieds des champignons formés en fonctions des substrats.....	33
2.2.6-Largeur moyenne des pieds des champignons	34
3 – Discussion	36
Conclusion	40
Références bibliographiques	
Résumé	

Introduction

La protection de l'environnement est l'un des piliers du développement durable, la culture des champignons comestibles est aujourd'hui considérée une partie intégrante du développement durable.

L'Algérie est classée 7ème pays producteur d'huile d'olive à l'échelle mondiale. Selon les chiffres avancés par l'instance internationale de contrôle de la production d'huile d'olive, l'Algérie a produit lors de la saison oléicole 2017/2018, 80.000 tonnes en huile d'olive (cap algerie.dz). Sachant que l'huile représente en moyenne 20% et que le grignon d'olive 40%, ce sont donc 160000 tonnes de grignon d'olive qui sont jetées dans la nature, constituant une source potentielle de pollution.

L'Algérie importe des quantités importantes de café et les payent à prix fort. La moyenne annuelle de consommation de café en Algérie est estimée à plus de 3 kg par personne et par an, en précisant que l'Algérie importe « environ 130.000 tonnes de grains de café d'une valeur d'environ 300 millions de dollars par an » (Benali, 2019). Sachant que le marc de café représente les 3/5ème du café vert (Barbera, 1965), ce sont 78000 tonnes de marc de café qui sont donc jetées chaque année dans les poubelles.

En ce qui concerne la paille, c'est l'un des matériaux qui respecte le plus l'environnement. Paille est naturelle, renouvelable, biodégradable et, il est possible d'en disposer localement.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés aux résidus générés par le secteur agro-industriel, plus précisément le grignon d'olive, le marc café et accessoirement la paille de blé. Au vu des quantités produites pour ces résidus, nous avons pensé qu'il serait judicieux d'en faire un substrat de culture pour une souche de Pleurote en huitre locale (POL), *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fries) Kummer locale (POL).

Les espèces de *Pleurotus*, communément appelées Pleurotes, sont des champignons saprophytes cultivés dans le monde entier, en particulier en Asie du Sud-est, en Inde, en Europe, en Amérique et en Afrique.

Les pleurotes sont en troisième position parmi les champignons produits commercialement, dans le monde, après les champignons de Paris et le Shiitake. Ce sont des champignons comestibles à haute valeur nutritive.

Ils ont une croissance facile sur divers substrats et un bon développement dans des conditions rudimentaires. Ils sont facilement cultivés sur une grande variété de résidus agricoles, comme les pailles, la sciure de bois, grignon d'olive, les rafles de maïs, le marc de café et bien d'autres résidus agro-industriels de nature organique. Cet excellent développement est dû à la production d'enzymes lignocellulolytiques qui permettent une dégradation de la lignine et de la cellulose du bois, ainsi que d'autres substrats végétaux utilisés pour cette culture particulière.

En Algérie, plus précisément à Tizi-Ouzou, cette culture est encore au stade de développement. Nous citerons les travaux de Madame Mansour Benamar et son équipe au Laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux (LPAPV) de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques (FSBSA) de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO).

Notre travail vise à optimiser les rendements de la souche locale de pleurote (POL), sur des substrats de cultures, formulés à partir de mélanges de grignon d'olive, marc de café et paille de blé, tamponnés avec 2% de CaCO_3 , par addition d'une source d'azote, à savoir, le son de blé au taux de 5 % et 10 %.

Nous avons divisé ce travail en deux parties :

- Une synthèse bibliographique portant sur les trois résidus agricoles à valoriser et la souche locale de champignon comestible d'intérêt (POL)
- Une partie expérimentale dans laquelle, nous avons procédé à la culture de POL sur les mélanges, grignon d'olive - marc de café - paille de blé – CaCO_3 - son de blé (5% ou 10%). Au cours de cette étape nous avons :
 - ❖ Mesuré certains paramètres physico-chimiques, à savoir le pH et le taux d'humidité, les taux des matières sèche et minéral, au début et à la fin de la culture
 - ❖ Récolté les champignons ou carpophores, après leur formation, puis nous les avons compté, mesuré et estimé les rendements
 - ❖ Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse statistique

Synthèse bibliographique

Partie A :

Pleurotus ostreatus (Jacq. Ex. Fries) Kummer

1. Définition :

Le Pleurote est une espèce de champignons basidiomycètes du genre *Pleurotus* et de la famille des Pleurotaceae.

Parmi les espèces de Pleurotes se trouve *Pleurotus ostreatus* (Jacq.ex. Fries) Kummer appelé couramment pleurote en forme d'huitre ou pleurote en huitre. C'est un champignon saprophyte comestible qui fait l'objet de nombreux travaux de recherche dans différents domaines. Très cultivé en Asie, sa culture remonte à des temps très anciens (\approx 1000ans) en Chine (Olivier et al, 1991).

2. Systématique :

Systématique du Pleurote rapporté par Madame Mansour-Benamar(2016) :

Règne :	Fungi
Embranchement :	Basidiomycota
Classe :	Basidiomycètes.
Sous classe :	Homobasidiomycètes
Ordre :	Agaricales (champignon charnus souvent lamellés et à chair fibreuse)
Famille :	Pleurotaceae (champignons lignicoles charnus, à chair ferme et à lamelles décurrentes)
Genre :	<i>Pleurotus</i>
Espèce :	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq. Ex. Fries) Kummer (1871)

3. Description :

Selon Delmas (1989), Guimberteau (1995),

Maublanc(1995) et Bouchet et al. (1999),

le Pleurote en huître (fig.1) présente



Figure 1: *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fries) Kummer (1871), souche locale (Mansour-Benamar & Chavant, 2010)

Les caractéristiques suivantes :

- **Chapeau** : de 5 à 15cm de diamètre, Charnu, convexe, horizontal puis étalé, de forme pétaloïde, de couleur très variable, gris claire à gris foncé, gris bleue en général et pâlit en vieillissant, à surface lisse, humide et glabre.
- **pied** : de 1 à 10cm de longueur ,1 à 3 cm de diamètre, irrégulier, souvent élargie au sommet, plein, excentrique ou presque complètement latéral, blanc, pas d'anneau et pas de volve.
- **Les lamelles** : décurrentes, assez espacées, réunies à la base par des veines blanches ou crème sans anastomoses entre elles. La sporée est blanche à gris pale.
- **La chaire** : blanche, douce, épaisse, tendre sauf le pied, à odeur et saveur agréables.
- **Les basidiospores** : subcylindriques à arêtes interne rectilignes, lisses, hyalines, de dimensions (8-12 μ m), sporée rose lilacin en masse.
- **Le mycélium** : blanc et vigoureux.
- **Habitat** : en touffes souvent volumineuses sur les vieilles souches, les troncs d'arbre feuillus morts, arbre sur pied, dans les fissures causées par la foudre, également sur les troncs d'arbres couchés, en automne et en hiver.

4. Biocycle du Pleurote :

Le cycle biologique de pleurote en forme d'huitre, se divise en deux phases distinctes :

- **La phase végétative** : qui correspond à la croissance et au développement du mycélium monocaryotique issu de la germination d'une basidiospore
- **La phase fructifère** : qui correspond à la formation des carpophores avec leurs basides et basidiospores. Elle démarre avec la conjugaison(plasmogamie) de deux mycélia compatibles donnant naissance à un mycélium secondaire dicaryotique, qui à son tour, rentre en phase de croissance. Cette phase se caractérise par la formation de boucles d'anastomose.

Lorsque les conditions environnementales changent et deviennent contraignantes, ce mycélium s'agrège et s'organise en primordia qui évoluent en carpophores au sein desquels, s'individualisent des cellules spéciales : les basides, siège de la reproduction sexuée (caryogamie). Suite à la méiose, il se forme des basidiospores mononucléées haploïdes qui se détachent puis germent lorsque les conditions sont favorables et sont, alors, à l'origine d'une nouvelle génération (DALMAS, 1989 ; OEI, 1993). La figure 2 représente le cycle de reproduction de *Pleurote ostreatus* (Source : Delmas ; 1989)

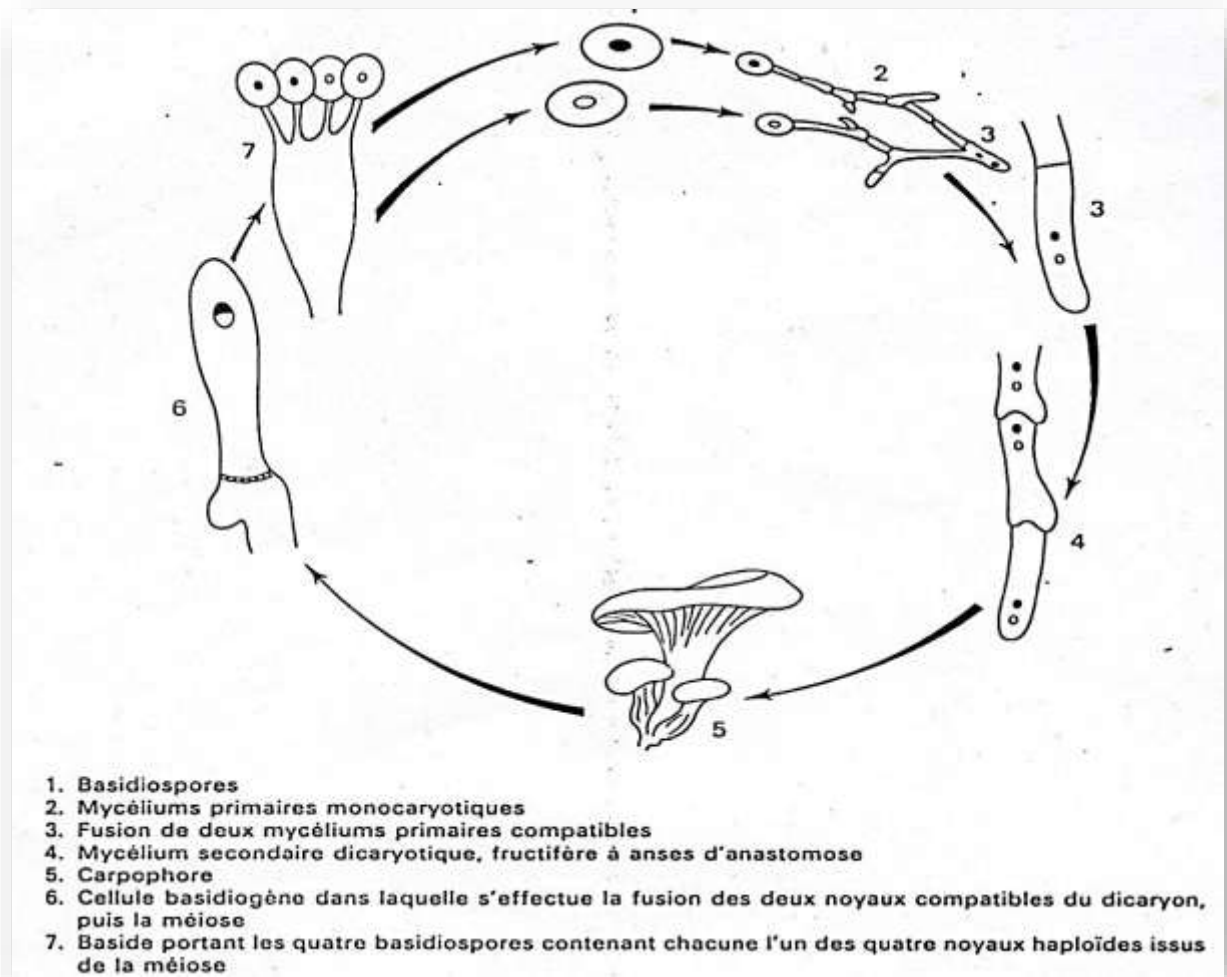


Figure 2: Cycle de reproduction de *Pleurote ostreatus* (Source : Delmas, 1989)

5. Croissance et production de Pleurotes :

La culture des espèces de *Pleurotus* est relativement facile et d'une grande adaptabilité. De ce fait, elles sont cultivées dans le monde entier et leur production a augmenté rapidement, les techniques de croissance et de culture de pleurote sont simples et peu coûteuses. Une large gamme de déchets végétaux, tels que la sciure de bois, la paille de riz, les rafles de maïs, les résidus de coton, les tiges et les feuilles de bananiers, et bien d'autres, peuvent être utilisés pour la production de champignons, à l'état brut, sans nécessiter des enrichissements et des traitements coûteux (Huang, 1997)

En matière de rendement, certaines espèces de *Pleurotus* produisent des rendements très élevés en quelques semaines, ces champignons peuvent convertir 100 g de matière végétale sèche en 50 à 70 g de champignons (*Pleurotus*) frais (Lelley, 1987).

6. Besoins nutritifs :

Quelque soit le mode de vie saprophytique adopté, le champignon a besoin d'eau, de sels minéraux, d'une source de carbone organique, d'azote minéral et d'oligo-éléments (Bouchet, 1989).

6.1. Source de carbone

Les pleurotes sont bien adaptés à des sucres complexes (polysaccharides) comme la cellulose de la paille ou de bois, ils peuvent aussi dégrader d'autres sources de carbone, comme la lignine ainsi la principale source d'énergie des pleurotes sont les éléments carbonés (Olivier et al. 1991).

6.2. Source d'azote

D'après Olivier (1991), les Pleurotes ont besoin d'azote. L'addition d'éléments azotés est donc efficace mais délicate à pratiquer. Un dopage excessif du mycélium du pleurote peut accroître l'échauffement causé par sa propre activité et conduire à sa propre destruction. L'azote, base de la matière vivante (protéines), constituant des acides aminés et de certaines vitamines, est généralement absorbé par les champignons comestibles sous sa forme simple, azote ammoniacal ou nitrate (DALMAS, 1989).

6.3. Eléments minéraux

Les champignons peuvent absorber directement certains éléments minéraux comme le calcium (Ca), nécessaire à la croissance mycélienne et à la fructification, le magnésium (Mg) (stimule le développement du mycélium), le soufre (S), le phosphore (P) et le potassium (K) (Olivier, 1990).

7. Facteurs déterminants l'activité du champignon

D'après Mansour-Benamar (2016), les deux phases de vie d'un champignon dépendent de différents facteurs :

- les souches elles-mêmes
- le substrat de culture utilisé
- la température : pour la croissance mycélienne 25 à 28°C pour *P. ostreatus*, et pour la fructification, elle doit être inférieure à 20°C,
- l'humidité de l'air : 70 à 90%, jusqu'à 100% au moment de la fructification
- le pH du milieu : doit être de préférence voisin du neutre à basique
- la lumière pour la fructification, mais de préférence celle du jour, avec une photopériode de 12 heures ; un manque de lumière entraîne une déformation des carpophores et un allongement du pied au détriment du chapeau.

8. Propriétés du Pleurote en huître

Les Pleurotes présentent, en plus de leur grande valeur alimentaire, des propriétés médicinales (Roncero Ramos, 2015). Ils offrent également d'importantes applications environnementales. Ils constituent une source alimentaire non négligeable. En effet la culture des différentes espèces de Pleurote (une quarantaine) a connu un grand développement ces dernières années surtout pour l'industrie alimentaire.

8.1. Intérêt médicinal

De nombreuses propriétés pharmacologiques ont été attribuées à *Pleurotus ostreatus*, comme des activités anticancéreuses rapportées par Givelet (2011) et Blandeau (2012).

D'après Six (1999), le Pleurote en huître intervient dans le fonctionnement neuromusculaire et dans le bon état de la peau.

Les Pleurotes se caractérisent par une forte teneur en fibre jouant un rôle dans un transit intestinal (Olivier, 1991).

8.2 .Intérêt alimentaire

Nutritionnellement, le pleurote est considéré comme un aliment-santé, sain, riche en protéines, fibres, hydrates de carbone, minéraux et vitamines principalement les vitamines du groupe B, mais aussi la vit C et la vit D. Il contient aussi de faible teneur en calories et en matière grasses, possèdent une saveur unique et des propriétés aromatique (Hernandez et al., 2003 ; Manzi et al ., 2004 ; Kalmis et al ., 2008).

8.3 .Intérêt économique

La culture industrielle des champignons présente un premier intérêt dans la possibilité de valoriser les matières premières de faible cout, des résidus de l'agriculture ou de l'industrie agro-alimentaire comme la paille de céréales, papiers et les résidus de culture peuvent être, à leur tour, être utilisés comme engrais(Olivier Et Delmas, 1987 ; Flandroy,1993), en effet selon Huart (2001), l'utilisation de divers résidus agricoles comme substrat de culture pour les champignons comestibles permet de diriger une partie importante de cellulose et de lignine. Ceci permet de transformer le substrat en terreau mûr après seulement 2 à 3ans au lieu de 3 à 7ans.

Les résidus de culture de champignon peuvent être également incorporés dans l'alimentation animale (Akkache, 2010).

8.4 .Intérêt écologique :

Les champignons contribuent à réduire la matière organique, à son humidification et à sa minéralisation. Les minéraux ainsi obtenus sont réutilisés par les végétaux.

Partie B :

Les résidus agricoles à valoriser

1. Le 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, constitué des pulpes et des noyaux d'olives concassés (Nefzaoui, 1991).

1.2. Composition physique du grignon d'olive :

Le grignon d'olive est constitué de la pellicule du fruit (épicarpe) et la pulpe broyée qui contient l'huile (mésocarpe), de la coque des noyaux concassée (endocarpe) et de l'amandon (la graine) écrasée (Theriez & Boule, 1970). La composition physique du grignon d'olive est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition physique du grignon d'olive (Fretti & Scarabe, 1978 in Mansour – Benamar, 2016)

Fraction du grignon d'olive	Épicarpe + Mésocarpe	Endocarpe	Amandon	Eau	Huile résiduelle
Pourcentage	42,30 %	21,20 %	3%	25%	9,5%

1.3. Composition chimique du grignon d'olive :

La composition chimique de grignons varie en fonction des variétés d'olives triturées (Nefzaoui, 1984). Le tableau 2 donne une indication sur cette composition.

Tableau 2 : Composition chimique indicative du grignons d'olive brut (Nefzaoui, 1984).

Matière Sèche (MS)	Matières Minérales (MM)	Matières Azotées Totales (MAT)	Cellulose brute (CB)	Matières Grasses (MG)
75-80%	3-5%	5-10%	35-50%	8-15%

On peut considérer que le grignon est composé par une fraction riche en lignine provenant des fragments de noyaux, et l'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).

1.4. Valorisation du grignon d'olive :

L'industrie oléicole engendre, en plus de l'huile comme produit principal, de grandes quantités de déchets (grignons et margines) néfastes pour l'environnement. Afin d'y remédier, leur valorisation est une nécessité.

La 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 grignon (Yakoub, 1997).

Ces grignons peuvent être valorisés sous forme de compost pour réduire d'avantage la pollution de l'environnement qui a atteint des degrés alarmants, Dans le domaine de l'agriculture le grignon d'olive peut-être utilisé comme un fertilisant industriel (Nefzaoui, 1984).

Selon Pagnanelliet al.,(2002) les grignons d'olives ont une capacité élevée de rétention de plusieurs métaux lourds comme le zinc, le plomb, le cadmium... etc.

Ce sous-produit a été également employé comme substrat pour la fermentation solide dans le but de produire des champignons comestibles (Mansour –Benamar et al, 2010 ; 2013, Mansour-Benamar, 2016).

2. Le marc de café :

Le marc de café est le déchet issu de la consommation du café à partir des grains de café torréfiés et moulus (Pulgarain et al, 1991), il représente, selon Berbera (1965), les 3/5 du café vert.

2.1. La composition chimique du marc de café :

La cellulose et hémicellulose (polysaccharides) et la lignine (composé poly phénolique) sont des éléments les plus abondants dans le marc de café (Mussato et al, 2011 ; Ballesteros et al, 2014). Ce dernier est relativement riche en protéines mais sa richesse en lignine peut constituer un facteur limitant pour son exploitation.

Tableau 3 :composition chimique du marc du café(Ballesteros et al,2014)

Composé chimique	Quantité (g\100g de matière sèche)
Cellulose	12,40
Hémicellulose	39,90
Lignine	23,90
Protéines	17,40
Lipides	2,29
Azote(N)	2,79
Carbone (C)	47,18
C\N	16,91
Cendre	1,30

2.2. Valorisation de 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 (Mansour-Benamar et al, 2007). Selon Pujolet al (2013),la composition chimique du marc de café est un atout et offre de nombreuses possibilités de valorisation.

Certaines études ont été menées pour donner une valeur commerciale pour le marc du café, comme engrais organique, et une source d'antioxydants (Cruz, 2012 ; Gomes et al, 2013),dans la production de champignons comestibles (Wong & Wang, 1991 ; Mansour – Benamar et al., 2007; Ammerlaan et al, 2012, Mansour – Benamar et al., 2014 ; Mansour-Benamar, 2016).

3. Paille de blé :

La « paille » est un sous-produit des cultures de céréales à graines. La paille de blé est constituée par la tige avec les feuilles et l'épi (ou rachis) à son sommet (Zeitoun, 2011).

3.1 Composition chimique de la paille de blé :

D'une manière générale, les pailles de céréales seraient riches en constituants pariétaux (tab.4), fort incrustés de lignine, riche également en minéraux dont une partie de silice, mais pauvres en matières azotées et en matières grasses (Albert Février et Willequet, 2009).

Tableau 4 : Compositions chimique de pailles de blé (Février et Willequet, 2009)

Composé	En pourcentage de la matière sèche
Hémicelluloses	31,7% ($\pm 2,2$)
Lignine	10,0% ($\pm 1,3$)
Cellulose	40,8% ($\pm 1,3$)
Protéines	2,4% ($\pm 0,4$)
Cendres	5,9% ($\pm 1,0$)

3.2 .Valorisation de la paille de blé :

La paille de blé est parmi les matières premières qui constituent les déchets abondants du secteur agricole et qui peut trouver une valorisation par la culture des Pleurotes (Velazquez Cedno, 2005).

En agriculture, les pailles sont largement utilisées comme engrais en zones rurales. Il en est de même des cendres de combustion de la paille qui apporte aux sols un certain nombre d'éléments fertilisants, ceci explique par exemple le brûlage au champ des pailles (Murat, 1981).

La valeur alimentaire, la digestibilité de la matière organique de la paille de blé chez les ruminants est en moyenne de 40 à 42% (Jarrige , 1988).

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

4. Son de blé :

Ce produit est obtenu au cours des opérations de transformation du blé en farine blanche destinée à l'alimentation humaine. Le son est particulièrement constitué du tégument externe du grain qui renferme des glucides pariétaux peu digestible pour la volaille.

4.1. Composition chimique du son de blé :

Selon Jacquemin, (2012) le son de blé a une grande valeur nutritive. Sa composition chimique est reprise dans le tableau 5.

Tableau 5 : composition nutritive de son de blé (Jacquemin, 2012)

Matière sèche (MS) en % Matière fraîche (MF)	Protéines brute (gr/kg MS)	Cellulose brute (gr/kg MS)	Calcium (gr/kg MS)	Phosphore (gr/kg MS)	Energie métabolisable (Kcal/kg)
91,44	16,65	10,32	0,16	1,49	1700

1. Matériel utilisé

1.1. Matériel mycologique :

Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons utilisé une souche locale *Pleurotus ostreatus* (Jacq : Fr.) Kummer (POL) sous forme de blanc obtenu sur grains l'orge au Laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux (LPAPV) de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques (FSBSA) de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO). Elle a été récolté et entretenue par madame Mansour Benamar depuis 1993.



Figure 3 : Blanc de POL

1.2. Les résidus agricoles :

1.2.1. Le grignon d'olive :

Le grignon d'olive (fig.4 A) que nous avons utilisé pour la culture de la souche de Pleurote en forme d'huître est brut. Nous l'avons récupéré dans une huilerie traditionnelle située dans le village de Taourirt Moussa Ouamar, commune d'Ait Mahmoud, Daïra de Béni Douala, Wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie.

1.2.2. Le marc de café :

Le marc de café (fig.4 B) que nous avons utilisé durant notre expérimentation a été récupéré dans un café public de la Nouvelle-Ville (Tizi-Ouzou). Il s'agit d'un type de café de marque « Le Phénix de Mizrana » c'est un café 100% robusta.

Nous l'avons séché pour éviter tout développement de bactéries ou de moisissures et lui assurer une meilleure conservation en attente de son utilisation.

1.2.3. La paille de blé :

La paille de blé (fig. 4 C) que nous avons utilisé a été achetée chez un vendeur dans la région de Tizi N'Tleta dans la Daïra des Ouadhias (wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie). Puis, elle a été hachée à l'aide d'un hachoir artisanal confectionné par Aghiles Madani, cultivateur de Pleurotes dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

1.2.4. Le son de blé :

Le son de blé utilisé a été acheté au super marché « DyliaMarket » à Tizi-Ouzou. Il est destiné à l'alimentation humaine.



Figure 4: Résidus agro-industriels : grignon d'olive (A), Marc de café (B), Paille de blé (C) et son de blé (D)

2. Méthodes d'études

2.1. Préparation des substrats de culture de POL :

Pour la préparation des substrats, nous avons utilisé la technique utilisée par Amrane et Belkacemi (2017) inspiré de celle de Mansour-Benamar et Chavant (2010) et qui est réalisée en 5 étapes :

- Humidification des résidus à valoriser

- Préparation du substrat de culture de POL

- Traitement thermique

- Inoculation

- Incubation

2.1.1. Humidification des résidus agricoles :

L'humidification de grignon d'olive et de marc de café a été faite par ajout d'eau plate. Par contre, la paille de blé a été, d'abord, hachée en petit fragments de 3 à 6 cm de longueur, ensuite elle a été mise à tremper dans l'eau durant 24h, temps au bout duquel la paille a été mise à égoutter.

2.1.2. Préparation des mélanges des résidus agricoles :

Après avoir humidifié les trois résidus agro-industriels, nous avons procédé à la formulation des substrats de culture de POL comme nous l'avons précisé dans le tableau 6.

Tableau 6 : Formulation des substrats de cultures de POL (exprimée en pourcentage de chaque élément)

Mélanges	Caco 3	Son de blé	Grignon d'olive	Marc de café	Paille de blé
Témoin	2%	0%	44%	44%	10%
5%	2%	5%	41,5%	41,5%	10%
10%	2%	10%	39%	39%	10%

2.1.3. Traitement thermique

Les substrats de culture de POL, ainsi préparés, ont été mis stériliser à la vapeur d'eau dans un couscoussier placé au-dessus d'une marmite remplie d'eau en ébullition, pendant 2h.

2.1.4. Inoculation des résidus agricoles :

Une fois refroidis, les substrats ont été inoculés par le blanc de POL (déjà fabriqué dans le laboratoire) en respectant le taux d'inoculation recommandé par Mansour –Benamar (2016) qui est de 7%. Il s'agit d'une culture en sac et l'inoculation a été faite par strates, c'est à-dire que nous avons alterné successivement une couche de blanc de POL et une couche du substrat formulé. Une fois les sacs bien remplis, nous les avons fermés à l'aide d'un élastique.

Pour chaque traitement nous avons utilisé 3 blocs (répétitions) de 3kg chacun, ce qui fait au total 9 sacs de culture de POL avec un poids total 27 kg.

Les 9 sacs préparés sont destinés à la fructification et aux analyses physico-chimiques. (Fig.5)



Figure 5: Blocs de culture de POL prêts pour l'incubation

(T : Témoin, substrat sans son de blé ; 5% : substrat avec de 5% de son de blé ; 10% : substrat avec de 10% de son de blé).

2.1.5. Incubation :

Les sacs ensemencés sont repartis dans deux carcasses de réfrigérateurs préalablement désinfectées à l'hypochlorite de sodium (eau de Javel), et à l'obscurité avec une température qui oscillée entre 20 et 28.

Après une semaine d'incubation nous avons perforé les sacs à l'aide d'une aiguille stérilisée à la flamme, pour assurer une aération du mycélium et permettre à ce dernier l'accès à l'humidité de l'air ambiant.

Pendant la période d'incubation nous avons arrosé les sacs à l'eau de robinet et humidifié l'air à l'aide d'un brumisateur.

2.1.6. Induction fructifère :

Afin de faciliter et aussi guider la sortie de carpophores, dès la deuxième semaine d'incubation, nous avons pratiqué des trous d'aération d'environ 2 cm de diamètre, régulièrement répartis sur la surface des blocs, à l'aide d'une paire de ciseaux.

Nous avons arrosé quotidiennement les blocs de culture avec de l'eau glacée (4°C).

3. Analyse physico-chimiques :

Les mesures de pH, des taux d'humidité, de la matière sèche, des cendres et de la matière organique dans les substrats de culture de POL ont été effectuées au début et à la fin de leur culture. Les résultats présentés sont les moyennes de trois répétitions. Ces moyennes sont accompagnées de leur écart type.

3.1. Mesure du pH :

Pour chaque échantillon à analyser, nous avons mélangé dans un bécher 20g de substrat avec 50ml d'eau distillée à l'aide d'une baguette en verre.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre étalonné de marque EUTECH instruments

3.2. Mesure de l'humidité et de la matière sèche :

A l'aide d'une balance analytique, environ 50g de matière fraîche ont été pesés (P_0) dans des béchers préalablement tarés (poids vide).

L'échantillon a été mis à sécher à 60° jusqu'à évaporation totale de l'eau et avoir une stabilisation dans leur poids.

Le taux d'humidité dans les substrats est obtenu par l'équation :

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

H% : pourcentage d'humidité

P₀ : poids frais de substrat

P₁ : poids sec de substrat

Pour la teneur en matière sèche est obtenue par la formule suivante :

$$MS\% = 100\% - H\%$$

La matière minérale (cendre) est les résidus obtenus après incinération de la matière sèche dans un four (Nabetherm) à 550° jusqu'à combustion complète de la matière organique.

La matière minérale est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Cendre (\%)} = [(P2-P0)/P1] * 100$$

P2 : Poids sec de substrat stable

4. Mise en fructification :

Dès l'apparition des premiers primordia (ébauches des carpophores), nous avons modifié les conditions de culture en augmentant le taux d'humidité dans la chambre de culture à l'aide d'un brumisateuse et par l'arrosage quotidien des blocs de culture avec de l'eau fraîche, dans le but d'abaisser la température de la salle de culture.

5. Récolte des carpophores et évaluation des rendements :

Nous avons commencé à récolter les carpophores développés, à maturité, de préférence avant que les bords ne se déroulent complètement. Nous les avons comptés puis pesés pour évaluer les rendements, le poids des carpophores est exprimé en grammes, nous avons également évalué le rapport [(poids du pied)/(poids du chapeau)].

$$\text{Rendement (\%)} \text{ par bloc de culture} = \left(\frac{\text{masse de champignons récoltés par bloc de culture (g)}}{\text{masse du substrat par bloc de culture (3kg)}} \right) * 100$$

La mesure du diamètre des chapeaux ainsi que la largeur et la longueur des pieds ont été réalisées à l'aide d'une règle graduée et exprimé en centimètres.

6.1. Analyses statistiques

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse statistique de la variance à un seul facteur de la classification, cette analyse nous permet de comparer le comportement de la souche de pleurote local sur les différents substrats testés en utilisant Stat Box version 6.40.

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.

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

Cette analyse a été suivie d'une analyse en composante principale (ACP), pour une meilleure interprétation des résultats.

Matériel et méthodes

Résultats et Discussion

Dans les figures présentées, T correspond à MT c'est-à-dire le substrat mélange témoin, auquel le son de blé n'a pas été incorporé ; 5% correspond à M5, c'est-à-dire mélange de résidus agro-industriels auxquels sont additionnés 5% de son de blé et 10% correspond à M10, c'est-à-dire mélange de résidus agro-industriels auxquels sont additionnés 10% de son de blé.

1. Mesure des paramètres physico-chimiques

1.1. Mesure du pH :

Dans la figure 6 sont représentées les valeurs moyennes de pH les substrats de culture (avec les écart- types) au début de culture (pH initial) et à la fin de culture (pH final).

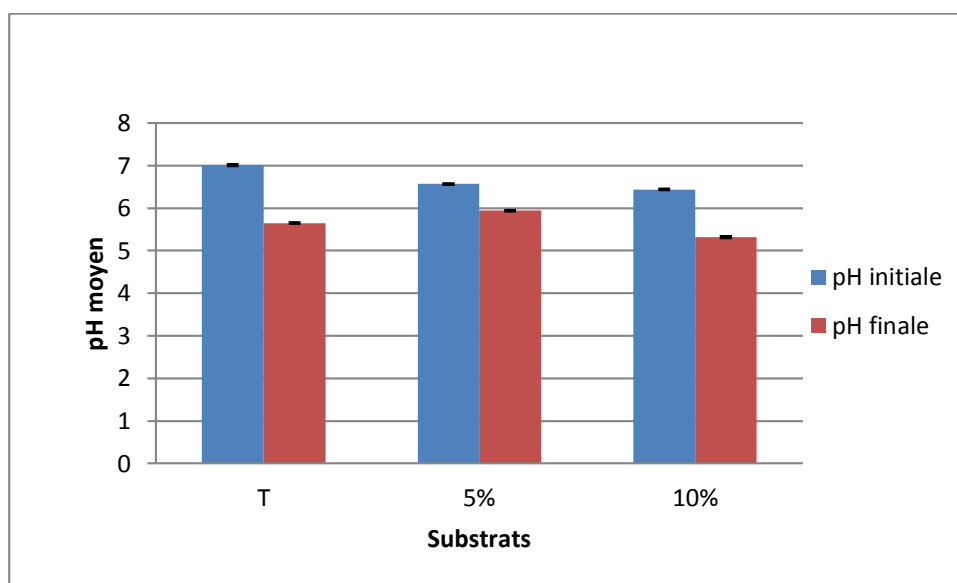


Figure 6 : pH initiaux et finaux dans les substrats de culture de POL (\pm écart-type)

Le substrat témoin présente un pH initial neutre (pH=7) tandis que les deux autres substrats, additionnés de 5% ou 10% de son de blé, présentent des pH initiaux acides respectivement ($5,57 \pm 0,03$) pour le premier et ($6,44 \pm 0,02$) pour le deuxième.

A la fin de la culture, le pH des trois substrats a chuté et a varié entre ($5,94 \pm 0,02$) et ($5,32 \pm 0,02$).

Il ya donc acidification des trois substrats suite au développement de POL. à la fin de la culture.

1.2. Taux d'humidité dans les trois substrats de culture de POL

Dans la figure 7, nous avons regroupé les taux moyens d'humidité dans les différents substrats au démarrage des cultures (Initial) et à leur fin (H final).

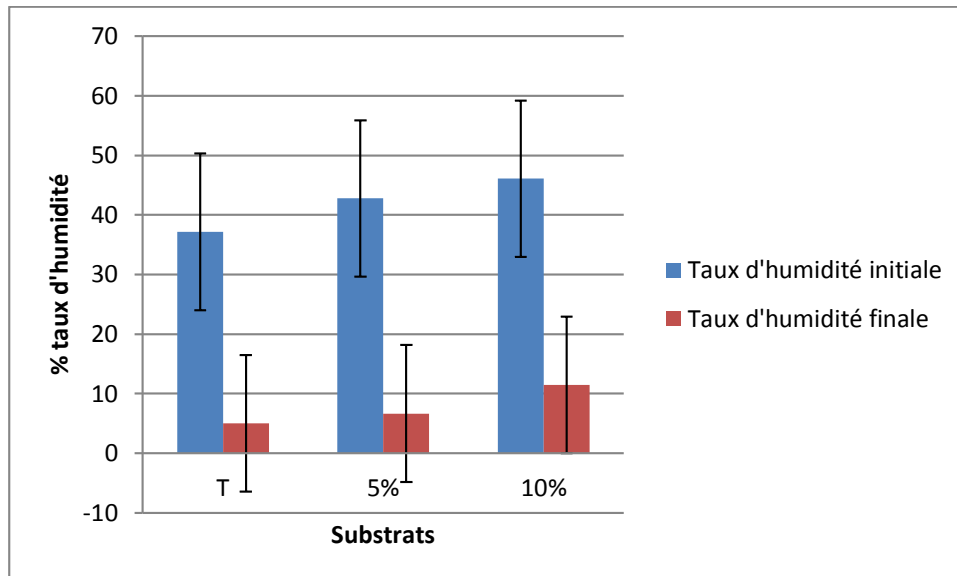


Figure 7 : Taux d'humidité moyens, initial et final, (\pm écart type) dans les trois substrats

D'après la figure 7, c'est le mélange avec 10% de son qui retient le plus d'eau ($46,08 \pm 13,14$)% par rapport deux autres substrat. Ces derniers ont présenté des taux d'humidité variant entre, ($37,14 \pm 2,53$) pour le témoin et ($42,76 \pm 12,75$) pour le substrat avec 5% de son de blé.

L'activité du mycélium a entraîné une consommation d'eau.

1.3. Matière sèche dans les différents résidus agricoles :

Dans la figure 8 sont représentées les quantités moyennes, en pourcentage de matière sèche dans les substrats au début et à la fin de culture de POL. Il y'a une augmentation du taux de matière sèche dans les 3 substrats de culture.

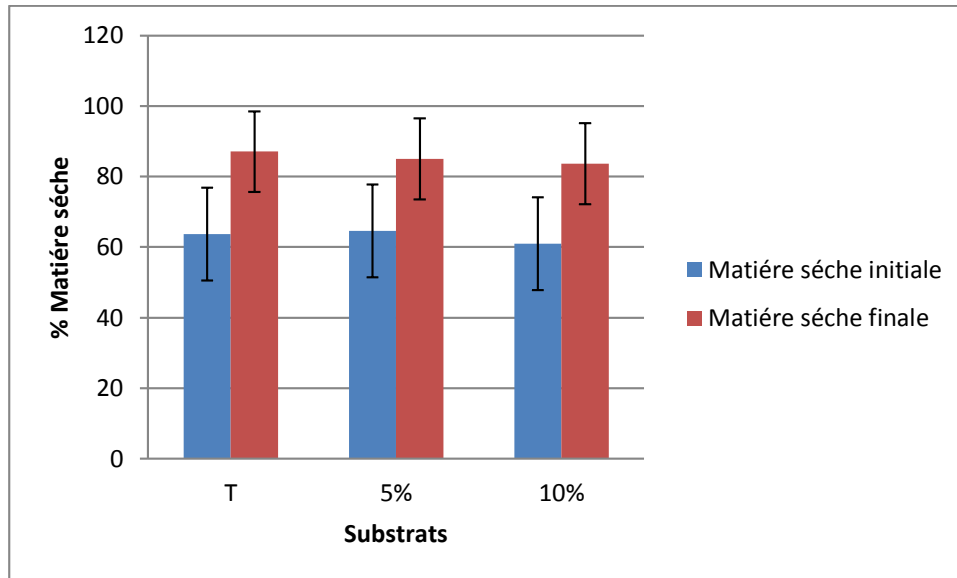


Figure 8 : Taux moyens (\pm écart- type) de matière sèche, initiale et finale, dans les substrats de culture de POL

A la fin de la culture le témoin a présenté le plus grand taux de la matière sèche ($87,06 \pm 5,03$ %).

1.4 .Matière minérale dans les différents résidus agricoles :

La figure 9 représente le taux moyens de matière minérale avant inoculation des substrats et après inoculation de POL, à la fin de la culture.

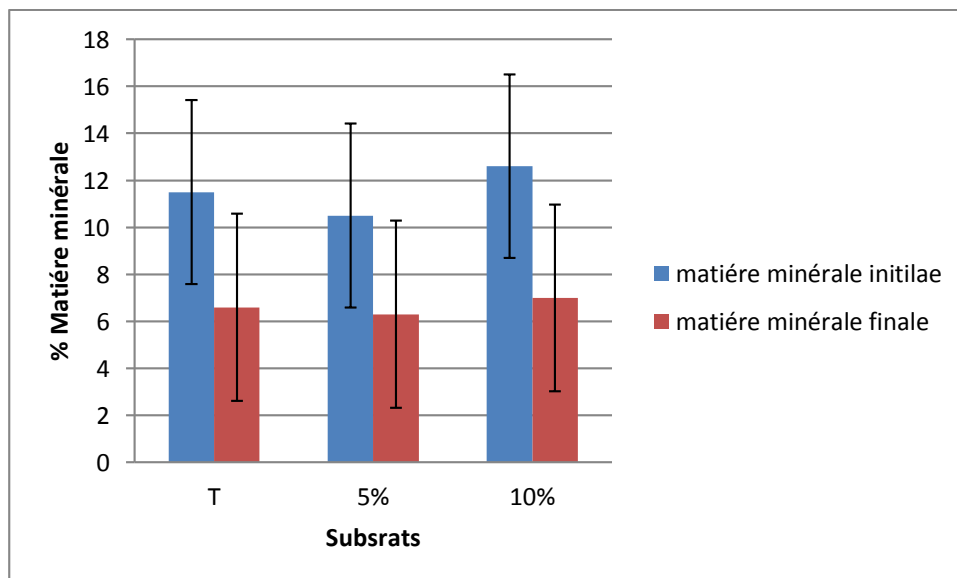


Figure 9 : Taux moyens (\pm Ecart- types) des matières minérales, initiales et finales, dans les 3 substrats, avant et après la culture de POL.

Le substrat, enrichi avec 10% de son de blé, a présenté le plus grand taux de la matière minérale ($12,6 \pm 3,91$) % en fonction de la matière sèche (MS) par rapport aux deux autres substrats qui présentent ($11,5 \pm 1,55$) % pour le Témoin (sans son de blé) et ($10,5 \pm 1,44$) % pour le substrat enrichi avec de 5% de son de blé

A la fin de la culture de POL, la matière minérale a diminué, presque de moitié, dans les trois substrats étudiés.

2. Paramètres de fructification

2.1. Rendement en champignons

2.1.1. Nombre moyen de champignons récoltés par bloc de substrat de culture

La figure 10 présente le nombre moyen des champignons récoltés par bloc de culture selon les substrats considérés.

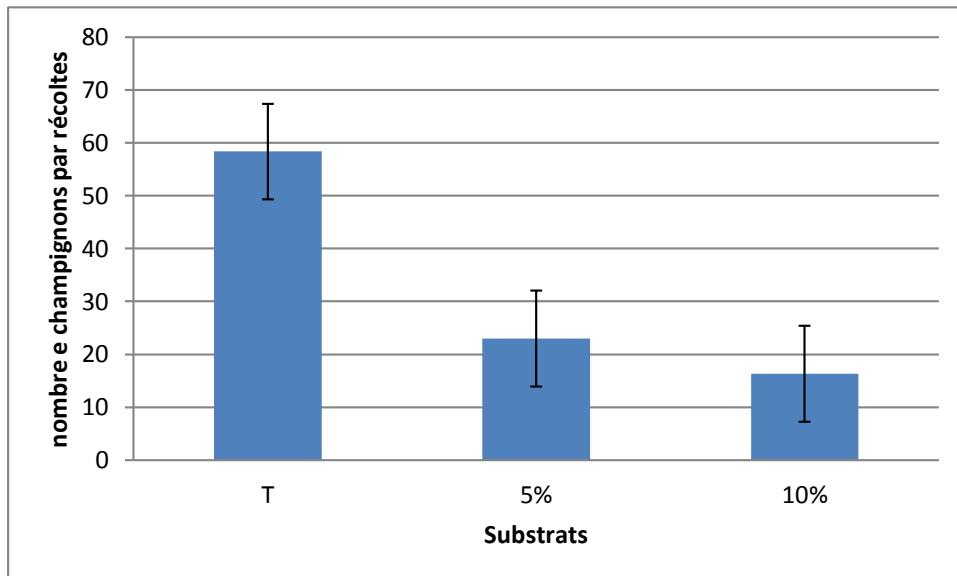


Figure 10 : Nombre moyen (\pm écart type) de champignons par bloc de culture de 3kg.

Le plus grand nombre de champignons a été récolté sur les blocs de substrat témoins.

L'analyse de la variance (tab.7) révèle une différence significative dans le nombre de champignons produits en fonction des substrats.

Tableau 7 : Tableau de l'analyse de la variance pour le paramètre nombre moyen de champignons produits par bloc de substrat de culture.

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V en %
Subs	2,00	3056,89	1528,44	11,30	0,01	
Var.résiduelle	6,00	811,33	135,22			
Total	8,00	3868,22				35,72

Le test de Newman-Keuls (N-K) permet d'établir 2 groupes homogènes A, B. (tab.8). Le bloc sans son de blé est classé dans le groupe A avec un nombre moyen de champignons récoltés qui s'élève à 58 tandis pour les deux autre substrats, ils sont classés dans le groupe B avec des nombres moyens de 16 et 23 champignons.

Tableau 8: Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre nombre moyen de champignons récoltés en fonction des substrats

Substrat	Groupe	Nombre moyen de carpophores
MT	A	58,33
M5	B	23,00
M10	B	16,33

2.1.2. Rendements

La figure 11 montre *Pleurotus ostreatus* local (POL) en fructification sur les trois substrats étudiés.



Figure 11 : Fructification du Pleurote local sur les trois substrats

Les rendements en carpophores récoltés sur les trois substrats de culture sont regroupés dans la figure 12 et le tableau 9 représente les résultats de l'analyse de la variance obtenus au seuil de 5%, complétée par le test N-K (tab.10).

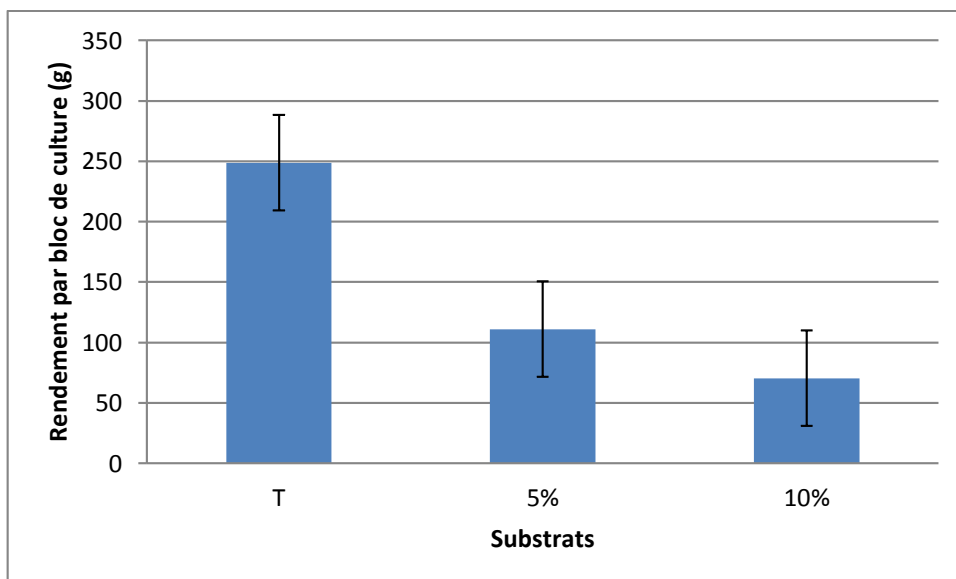


Figure 12 : Rendement (\pm écart type) par bloc de culture de 3kg de substrat

Tableau 9 : Analyse de la variance pour la variable rendement en carpophores par kg de substrat

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V en %
Subts.	2.00	52306.45	26153.23	24.30	0.00	
Var.résiduelle	6.00	6458.80	1076.47			
Total	8.00	58765.25				22.87

L'analyse de la variance établie une différence très hautement significative pour le paramètre rendement en carpophore en fonction du substrat (au risque $\alpha=5\%$).

Tableau 10 : Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre, rendement en carpophore, en fonction du substrat.

Substrat	Groupe	Rendement moyens (g)/3kg de substrat
M10	A	248,68
M5	B	111,15
MT	B	70,50

Le tableau 10 indique la présence de 2 groupes homogène A et B. Les substrats M5 et MT font partie de groupe B avec des rendements faibles et MT est classé dans le groupe A avec un rendement supérieur au double.

Dans le tableau 11, les rendements ont été estimés en pourcentages.

Tableau 11:Rendement en pourcentage par bloc de culture

Substrat	MT	M5	M10
Rendement en pourcentage (%)	8,29%	3,71%	2,35%

2-2.Paramètres relatifs à la qualité des carpophores

2.2.1. Poids moyens par carpophore récolté en fonction des substrats

Dans la figure 13, nous avons regroupé le poids moyen par champignon en fonction des substrats, MT, M5 et M10.Dans le tableau 12sont présentés les résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% relatifs aux résultats obtenus, complétés par ceux du test N-K (tab.13).

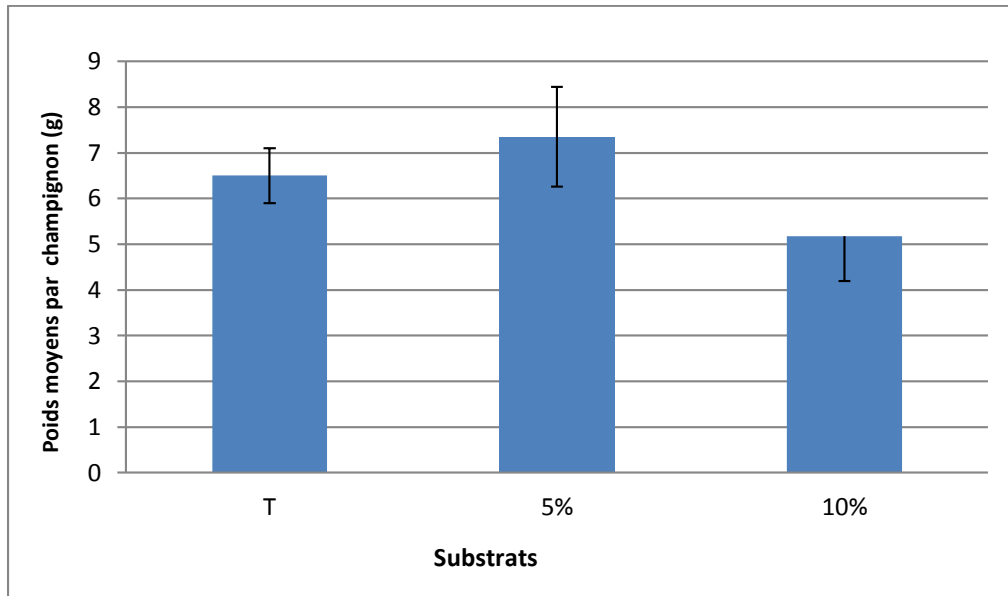


Figure13 : Poids moyen (\pm écart type) par champignon récolté en fonction des substrats

Tableau 12: Tableau de l'analyse de la variance du poids moyen par champignon en fonction des substrats

	ddl	SC	CM	F	Proba.	C.V en %
Subts	2.00	7,41	3,71	4,42	0,07	
Var.residuelle	6.00	5,03	0,84			
Total	8.00	12,44				15,31

L'analyse de la variance révèle une différence non significative, au risque $\alpha=5\%$, concernant le poids moyen par champignon en fonction des substrats, analyse confirmée par le test de Newman-Keuls au seuil de 5% (tab13), il y'a un seul groupe homogène A avec un poids moyen des champignons de $(6,40 \pm 0,91)$ g.

Tableau 13: Résultats du test de Newman-Keuls pour le poids moyen par carpophore en fonction des substrats.

Substrat	Groupe	Poids moyen (g)/carpophore
MT	A	6,66
M5	A	5,35
M10	A	5,18

2.2.2. Poids moyen par chapeau des carpophores formés en fonction des substrats

Dans la figure 14 sont représentés le poids moyen par chapeau des carpophores en fonction des substrats testés et dans le tableau 14 les résultats de l'analyse de la variance (au risque $\alpha = 5\%$), complétée par le test N-K (tab.15).

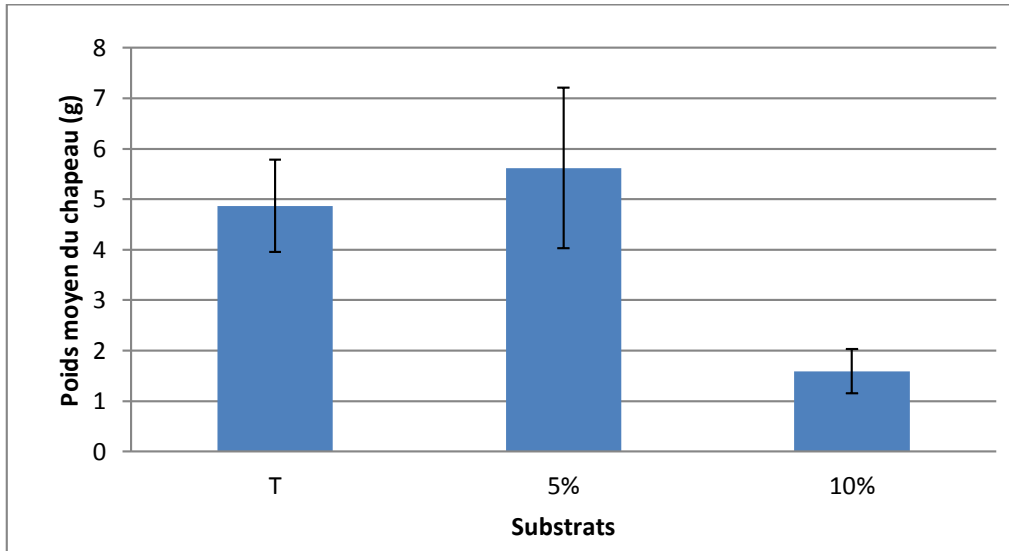


Figure 14: Poids moyens (g) (\pm écart type) par chapeau en fonction des substrats.

D'après la figure 14, le poids moyen par chapeau des champignons qui ont poussé sur M5 est le plus élevé ($5,62 \pm 1,59$) et celui des champignons qui ont poussé sur M10 est le moins élevé ($1,59 \pm 0,44$).

Tableau 14 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre poids moyen par chapeau des carpophore formés en fonction des substrats

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V (%)
Subts	2.00	14.22	7.11	5.99	0.04	
Var.residuelle	6.00	7.12	1.19			
Total	8.00	21.34				24.84

L'analyse ANOVA (tab. 14) montre qu'il y'a une différence significative (au risque $\alpha = 5\%$) pour la variable poids moyen par chapeau des carpophores en fonction des substrats.

Le test de Newman-Keuls (tab.15) établie la présence de trois groupes homogènes, le groupe A dans lequel sont placés les chapeaux des carpophores obtenus sur M5 et qui sont les plus lourds ($5,62 \pm 1,59$) et en B, les chapeaux des champignons développés sur M10 ($1,59 \pm 0,44$), et entre les deux, dans le groupe AB sont classés les carpophores obtenus sur MT ($4,87 \pm 0,92$)

Tableau 15: Résultat du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyen par chapeau des carpophores formés en fonction des substrats

Substrat	Groupe	Poids moyen (g)/chapeau
M5	A	5,62
MT	AB	4,87
M10	B	1,59

2.2.3 .Diamètre moyen des chapeaux des carpophores en fonction des substrats

Le diamètre moyen des chapeaux sont présentés dans la figure 15. D’après cette figure le diamètre moyens est plus grand pour chapeaux des carpophores ayant poussé sur MT (4.14 ± 0.14),et, est plus petit pour ceux qui ont poussé sur M10 (3.24 ± 0.19).En effet, ANOVA (tab.16) a révélé une différence significative pour ce facteur.

Les résultats du test de Newman-Keuls (tab.17) indique la présence de deux groupes homogènes, A pour les carpophores associés à M10 et ceux associés aux substrats MT et M5 sont classés dans le même groupe B.

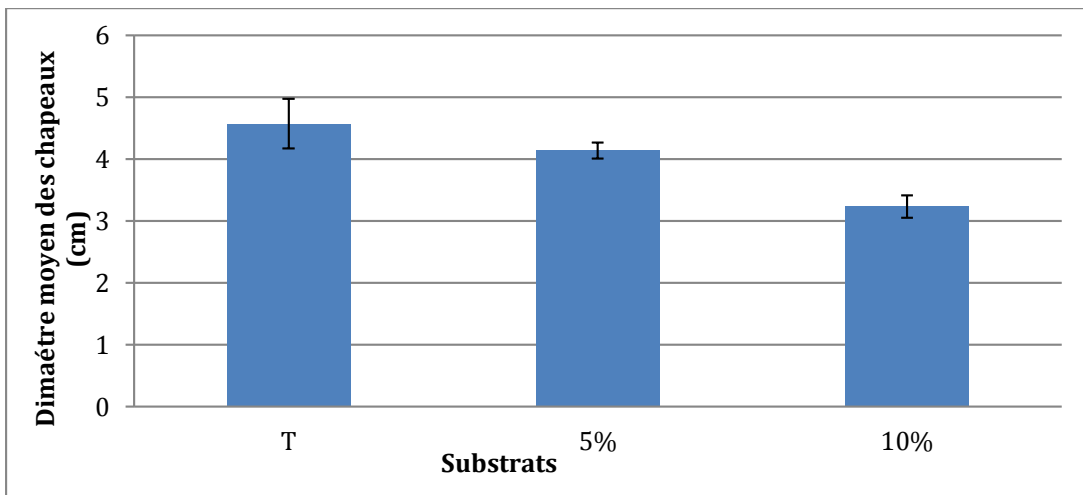


Figure 15: Diamètre moyen (\pm écart type) par chapeau des champignons formés en fonction des substrats.

Tableau 16: Tableau d’analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre diamètre moyens des chapeaux des carpophores en fonction des substrats

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V (%)
Subts	2,00	2,79	1,39	19,10	0,00	
Var.résiduelle	6,00	2,44	0,07			
Total	8,00	3,22				7,78

Tableau 17: Résultats du test de Newman-Keuls au seuil 5% pour le paramètre diamètre moyen des chapeaux des champignons récolté en fonction des substrats testés

Substrat	Groupe	Moyens
M5	A	4,57
MT	B	4,14
M10	B	3,24

2.2.4 .Poids moyen par pied des carpophores formés en fonction des substrats

Dans la figure 16, sont regroupés les poids moyens par pied des carpophores en fonction des substrats. Le tableau 18 représente les résultats d'analyse de la variance obtenus au seuil de 5%, complétés par les résultats du test N-K (19).

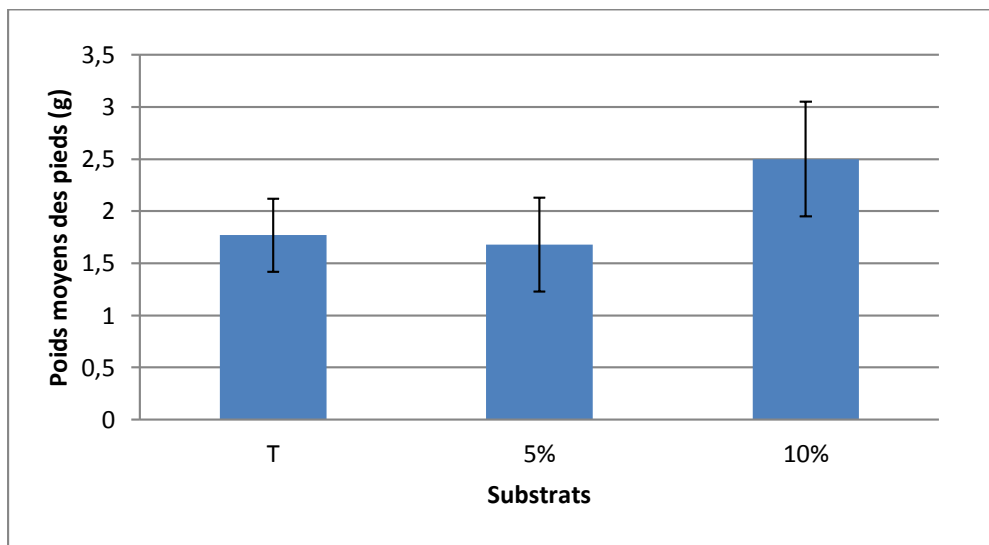


Figure 16: Poids moyen (\pm écart type) par pied chez les carpophores formés en fonction du substrat

Tableau 18: Tableau de l'analyse de la variance pour le paramètre poids moyens par pied de carpophores en fonction du substrat.

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V(%)
Subs.	2,00	1,20	0,60	2,82	0,14	
Var résiduelle	6,00	1,27	0,21			
Total	8,00	2,45				24,18

D'après l'analyse statistique des résultats du poids moyens par pied des carpophores récoltés sur les 3 substrats, il n'ya pas de différence significative pour la variable étudiée (au risque $\alpha=5\%$.) avec un poids moyen de $(1,99 \pm 0,36)$.

Tableau 19: Résultats du test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour le paramètre poids moyen par pied des carpophores formés en fonction des substrats

Substrats	Groupe	Moyens
M5	A	2,50
MT	A	1,78
M10	A	1,69

2.2.5- Longueur moyenne des pieds des champignons formés en fonction des substrats

Les longueurs moyennes des pieds des champignons récoltés sur les trois substrats sont regroupés dans la figure 17 ; dans le tableau 20 sont regroupés les résultats de l'analyse de la variance de ce paramètre (au seuil de 5%), complétés par le test N-K (tab 21).

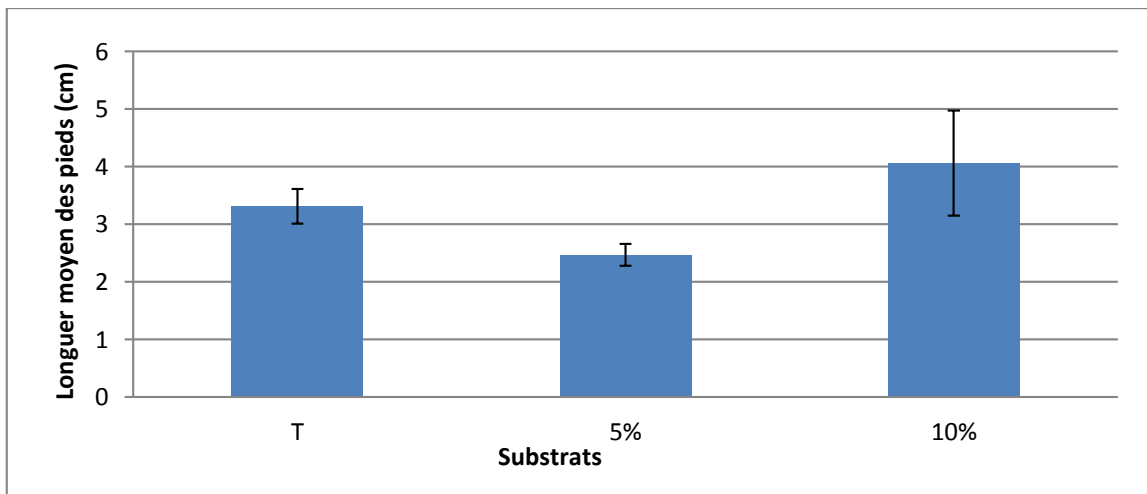


Figure 17: Longueur moyenne (\pm écart type) des pieds des champignons en fonction des substrats.

Tableau 20 : de l'analyse de la variance pour le paramètre longueur moyenne des pieds des champignons

	ddl	SC	CM	F	Proba	C.V en %
Subs	2,00	3,80	1,90	5,89	0,04	
Var. Résiduelle	6,00	1,93	0,32			
Total	8,00	5,73				18,28

L'analyse de la variance (tab20) révèle une différence significative de la variable étudiée en fonction des substrats. En effet, la longueur moyenne des pieds est plus élevée pour les champignons formés sur M10(ou 10%) et elle est moins élevée pour les blocs MT et M5.

Tableau 21: Résultats du test de Newman-Keuls pour le paramètre longueur (cm) des pieds des champignons en fonction des substrats

Substrat	Groupe	Longueur Moyens (cm)
M5	B	2,48
MT	AB	3,32
M10	A	4,07

Le tableau montre la présence de trois groupes homogènes A, B et AB. Les champignons développés sur M10 est classé dans le groupe A, avec une longueur moyenne du pied des champignons de $(4,07 \pm 0,92)$, tandis que ceux développés sur les bloc M5 sont classés dans le groupe B avec une longueur moyenne de pieds de $(2,48 \pm 0,2)$, et enfin ceux obtenus sur MT se retrouvent dans un groupe intermédiaire AB avec un nombre moyen de $(3,32 \pm 0,3)$.

2.2.6. Largeur moyenne des pieds des champignons :

Dans la figure 18 sont représentées les largeurs moyennes des pieds des champignons obtenus sur les différents substrats et les résultats ont été soumis à une analyse de la variance (tableau 21) complétée par le test N-K (tab.22)

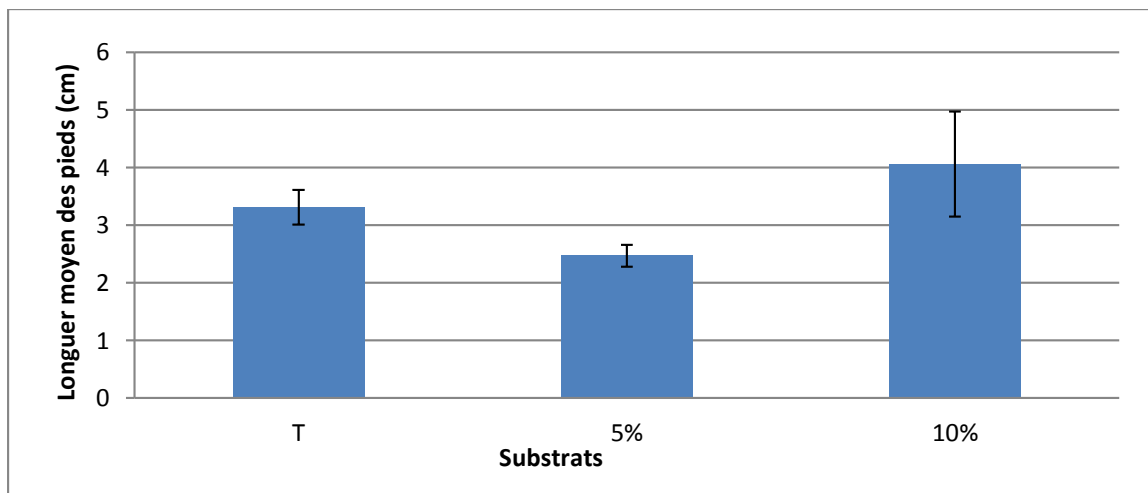


Figure18: Largeur moyenne (\pm écart type) des pieds des champignons en fonction des substrats.

Tableau 22: Tableau de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour la largeur des pieds des champignons en fonction des substrats testé

	ddl	SC	CM	F	Proba	Cv en %
Subs	2,00	0,10	0,05	11,61	0,01	
Var résiduelle	6,00	0,03	0,00			
Total	8,00	0,13				7,31

Ce tableau d'analyse montre que il y'a une différence significative (au risque $\alpha = 5\%$) concernant le diamètre moyen des pieds des carpophores en fonction du substrat sur lequel ils se sont formés. C'est sur M5 et MT que ce sont formés les carpophores à pieds les plus larges.

Le test de Newman-Keuls a établi la présence de deux groupes homogènes, le groupe A incluant les pieds des champignons ayant poussé sur M5 et MT, et le groupe B qui comprend les pieds des champignons ayant poussé sur M10.

Tableau 23: Résultats du test de Newman-Keuls au seuil 5% pour la variable largeur (cm) des pieds des champignons en fonction des substrats testés

Substrat	Groupe	Largeur Moyens (cm)
M5	A	1,19
MT	A	0,98
M10	B	0,95

Discussion :

Le mélange (M) de résidus agro-industriels à valoriser, que nous avons utilisé pour concevoir un substrat de culture pour POL, la souche locale de *Pleurotes ostreatus*, champignon comestible, est composé de grignon d'olive, de marc de café, de paille de blé Enrichis avec 2% de CaCO₃ et supplémentés ou non par le son de blé (SB).

Notre objectif était de savoir si l'addition de son de blé, source d'azote, pouvait améliorer les rendements et la qualité de champignons produits.

Les trois substrats formulés sont MT (44% GO + 44% MC + 10% PB + 2% CaCO₃),

M5 (41,5% GO + 41,5 MC + 10% PB + 5% SB + 2% CaCO₃) et M10 (39% GO + 39% MC + 10% PB + 10% SB + 2% CaCO₃).

La diminution de la matière minérale et l'acidification des substrats à la fin de la culture de POL, indique qu'effectivement, le mycelium de ce dernier s'est développé sur les trois Substrats testés.

Le pH initial est très important dans la culture des champignons. Le pH optimum des *Pleurotes* est normalement acide et se situe entre 5 et 6 (Borchert et Libra, 2001), mais il correspond également à celui des moisissures vertes du genre *Penicillium* et *Aspergillus* (Mansour-Benamar, 2016) et celui de bactéries concurrentes, d'où le choix de nombreux chercheurs à favoriser un pH légèrement acide (pH=6,5) (Olivier, 1991), voir neutre à Basique (Mansour Benamar et al , 2014 ; Mansour Benamar et al, 2013 ; Philipoussis, 2009). Selon Rajarathnam et al (1987), le pH d'un substrat dépend de la composition physico- chimique de ce dernier ; généralement il diminue durant l'activité des champignons à cause de l'excrétion d'acides organiques par le mycelium.

L'humidité et la température jouent des rôles importants dans la multiplication mycélienne (Jandaik & amp Goyal, 1995). L'eau est un facteur limitant, très important, car les champignons renferme jusqu'à 90% d'eau .C'est l'humidité initiale qui est la plus importante, car elle doit être en quantité suffisante et nécessaire pour permettre au mycelium de démarrer assez rapidement sa croissance et son Développement dans les substrats étudiés, normalement stériles suite au traitement thermique qu'ils ont subi. La teneur en humidité initiale dans les substrats formulés a varié de 37,14% pour le témoin à 42,76 pour M5 et 46,08% pour M10. Ces taux d'humidité semblent acceptables pour commencer la culture de POL, même si ces taux soient inférieurs au taux d'humidité relative de 60% recommandé par Oei en 1993 et en 2005 et Olivier et al en 1991.

En effet, le taux d'humidité a été fixé d'une manière empirique : lorsque l'on sert dans son poing une certaine quantité de substrat, dès que l'eau commence à suinter entre la base

des doigts, Oei (2005) estime que l'humidité est suffisante. C'est ce que nous avons fait. Un excès d'humidité favorise les bactéries et un manque d'eau assèche le substrat (Olivier, 1991)

La vérification du taux de l'humidité au cours du développement du mycelium des champignons est important pour la culture, il est bon de maintenir un taux de l'humidité ambiante entre (80-90%) à l'aide d'un brumisateur et aussi en pulvérisant de l'eau plusieurs fois par jour (Oei, 2005), quand cela est nécessaire, cependant aucune eau ne devrait être pulvérisée directement sur les champignons quand ils sont prêts à être récolter.

Selon Mansour-Benamar et al en 2013 et Mansour-Benamar et al en 2014, la paille joue un triple rôle : le première est 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 celui de réserve d'eau car la paille a une grande capacité de rétention d'eau (jusqu'à 75% de son poids) et son troisième rôle est nutritif grâce à sa richesse en élément minéraux et sa relative « pauvreté », en lignine (10%) par rapport au grignon d'olive et le marc de café qui en contiennent un peu plus que le double (~23%) et sa facilité à être dégradée.

L'apparition des premiers primordia a eu lieu environ 4 semaines après inoculation conformément aux résultats obtenus par Amrane et Belkacemi (2017) avec la même souche rendements obtenus, par bloc de culture de 3kg de substrat, en absence de son de blé (284g), sont significativement bien au-dessus des résultats obtenus en présence du son de blé. de Pleurote. Contrairement à notre attente, le nombre moyen de carpophore récoltés et les

D'une manière générale, les rendements obtenus sont très faibles car ils n'excèdent pas les 8,29% sur MT, le meilleur cas obtenu. Ces résultats peuvent s'expliquer par un problème rencontré et qui constitue l'angoisse de tous les champignonnistes, celui de la surchauffe. En

Effet, au 5ème jour d'incubation, la présence du son de blé a provoqué une intense activité du mycelium de POL qui a présenté un très bon développement, mais a dégagé une intense chaleur, avoisinant les 40°C au cœur des blocs de culture. Nous avons alors procédé au rafraichissement des blocs de culture dans de l'eau froid (environ 4°C), pour faire abaisser rapidement la température. La reprise de l'activité du mycelium de POL a été ensuite bien lente et compliquée.

Nous avons été par la suite, confronté au problème de contamination par les moisissures et bactéries, ce qui nous a obligés, à nous débarrasser, au fur et à mesure, des blocs substrats contaminés.

Mansour-Benamar, en 2016, avait signalé que l'addition du son de blé au grignon d'olive et au marc de café, lors de la culture en boîte de Pétri de POL et d'une souche commerciale de

Pleurotus ostreatus, le développement des moisissures était « explosif » !

Pourtant, le son de blé est utilisé, traditionnellement par les champignonnistes au taux de 10%

Les champignons obtenus sont toutefois de bonne qualité, ils sont tendres et agréables au goût.

Une synthèse des résultats réalisée à l'aide d'une ACP, est présentée dans la figure 17

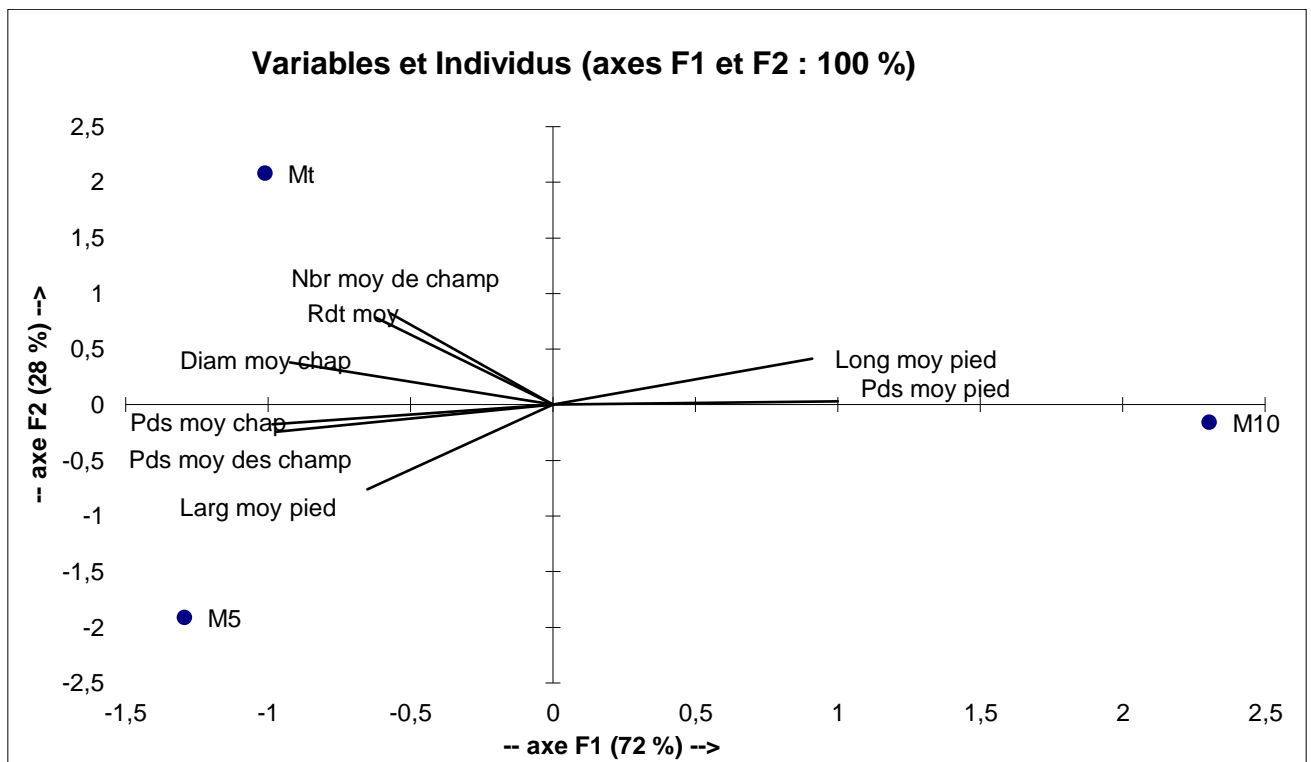


Figure 19 : L'analyse en composantes principales des paramètres relatifs aux paramètres de fructification de POL sur les 3 substrats testés

M10 est en corrélation négative avec MT puis M5, en d'autres termes l'addition de 10% de son de blé n'a pas été favorable, les champignons développés sur M10, ont les pieds les plus longs et ils sont les plus lourds, ils sont en corrélations négatives avec les poids moyens des champignons et des chapeaux et la largeur moyenne des pieds. Le plus grand nombre de champignon et par conséquent, les rendements les plus importants ont été obtenus sur MT.

La longueur du pied et sa largeur sont deux critères importants pour la commercialisation des champignons. Plus le pied est long, moins il est large et inversement quand le pied est large, il est généralement court. Les pleurotes à pieds court sont recherchés car le pied est généralement coriace, non indiqué pour la consommation.

Quant au chapeau, il ne doit être ni trop large (difficulté de transport), ni trop étroit ; les champignons de petite taille se déshydratent rapidement. Les champignons récoltés sur M5 répondant aux critères de commercialisation.

Concernent le diamètre moyen des chapeaux des champignons récoltés sur MT et M5, il est comparable à celui des champignons de POL obtenus par Aoudia, en 2013 sur le marc de café supplémenté avec la paille de blé, avec un diamètre de 4,70 cm.

Néanmoins, les champignons obtenus, ils sont tendres avec un goût savoureux. Cette étude méritée d'être reproduite pour s'assurer que l'addition du son de blé, n'est pas contraindiquée pour la culture de POL.

Conclusion

Les résidus agricoles et agro-industriels, comme l'ont signalé de nombreux chercheurs, peuvent devenir un sérieux problème environnemental ou alors constituer une source de matériel brute secondaire, c'est à dire à valeur ajoutée. C'est ce que nous avons appliqué aux mélanges (grignon d'olive – marc de café – paille de blé) supplémenté ou non (MT) par le son de blé, au taux de 5% (M5) ou 10% (M10) sur lesquels nous avons produits des champignons d'une souche locale (POL) destinés à l'alimentation humaine. Les pleurotes sont connus pour leurs bonnes valeurs alimentaire et médicinale et contribuent à la protection de l'environnement. La culture des champignons fait partie du développement durable.

La combinaison des substrats est importante pour la culture du *P.ostreatus* et influe significativement sur les rendements. Les champignons récoltés sur les blocs M5 et MT sont de meilleure qualité avec un pied relativement court. Mais c'est le mélange de résidus agro industriel, sans son de blé (MT) qui a permis la formation du plus grand nombre de carpophores.

Les difficultés rencontrées au cours de la culture du POL sont la surchauffe due à l'intense activité du mycélium de POL en présence du son de blé. Nous pouvons dire que la culture de *Pleurotus ostreatus*, qualifié de champignon « éboueurs » par certains spécialistes, est un bel exemple de valorisation de résidus organiques, source potentielle de pollution.

D'autres résidus agro-industriels ainsi que les déchets ménagers peuvent être utilisés et la diversification des espèces de champignons à cultiver est envisagée avec l'isolement de mycéliums d'espèces locales de champignons.

Les résidus de culture offrent plusieurs débouchés possibles, l'utilisation pour l'amendement du sol, ou son incorporation dans l'alimentation animale, ou encore l'extraction de molécules bioactives.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **ADEME., 1998.** Luzerne. Etude Agrice, Agence de l'environnement et de l'Energie, Institut Technique des Céréales et des Fourrages, France. 255-262.
- 2- **ALBERT-FEVRIER C. & WILLEQUET F., 2009.** Valorisation par l'alimentation animale in MOLETTA R. Le traitement des déchets. Edition TEC & DOC-Lavoisier. 191-273.
- 3- **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.
- 4- **AMRANE T. & BELKACEMI T., 2017.** Valorisation de résidus agricoles par la culture d'une souche locale d'un champignon comestible. Mémoire de master 2 en Sciences Biologiques, spécialité Protection de l'Environnement, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 42p.
- 5- **BALLESTROS L.F., TEIXEIRA J.A & MUSSATO S.I., 2014.** Chemical, functional and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin Food Bioprocess Technology, 7: 3493-3503.
- 6- **BERBERA C.E., 1965.** L'utilisation du marc de café .Revue « café, cacao, thé ». IK (3) :206-207.
- 7- **BERNAL M., 2005.** Elimination des hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans les boues d'épuration par couplage ozonation – digestion anaérobie. Thèse de doctorat de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier II, France. 36 p.
- 8- **BLANDEAU E., 2012.** Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie, UFR Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de la santé. 112 p.

Références bibliographiques

- 9- **BORCHERT M. , LIBRA J.A. , 2001.** Decolorization of reactive dyes by the white rot fungus *Trametes versicolor* in sequencing batch for reactors. *Biotechnology and Bioengineering*,75: 313-321.
- 10- **BOUCHET P., 1989.** Mycologie générale et médicale. Edition Masson.pp
- 11- **DALMAS J., 1989.** Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs la Maison Rustique. 940p.
- 12- **FERRETI G. & SCLALBARE J.L. ,1978.** Perspectives offertes pour une meilleure valorisation des grignons. In Séminaire sur l'olivier et autres plantes oléagineuse cultivées en Tunisie. Mahdia.3-7 juillet 1978.Tunisie.
- 13- **FLANDROY L., 1993.** Savez –vous planter des champignons à la mode des Chinois? *Biofutur-N°123* : 38-43.
- 14- **GIVELT P.H., 2011.** Complément alimentaire à base de champignons. Diplôme d'étude spécialisée de Docteur en Pharmacie .Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille. Université de Lille 292p.
- 15- **GUIMBERTEAU J., 1995.** Définitions et position taxonomique du genre pleurotes dans la classification des champignons. Document INR. 9-12.
- 16- **HERNDNDEZ D SANCHEZ J.E., YAMASAKI K., 2003.** A simple procedure for preparing substrate for *P. ostreatus* cultivation. *Bioresource. Technology*, 90: 145-150.
- 17- **HUANG N.L., 1997.** Cultivation of Eighteen Precious and Delicious Edible Fungi, Chinese Agricultural Press, Beijing, China. 164 p.
- 18- **HUART F., 2001.** Cultivez vos champignons- Guide à l'intention du Jardinier. Edition de Mortagne. 279 p.

Références bibliographiques

- 19- **JANDAİK C.L & GOYAL S.P., 1995.** Farm and farming of Oyster Mushroom (*Pleurotus* Species) In: Singh RP, Chaub HS, editor. Mushroom Production Technology Pantnagar, India: G.B.Pant University of Agriculture and Technology; 72-78.
- 20- **JARRIGE R., 1988.** Alimentation des ovins et caprins. Edition I.N.R.A. 476 p.
- 21- **LASLIE J., 2012.** Production d'hemicelluloses de Paille et de son de blé à une échelle pilote, Etude de performance technique et évaluation environnementale d'un Agro-procède.
- 22- **Lelley J., 1984.** Les champignons dans votre jardin : culture, récolte, utilisation. Edition Delachaux et Niestlé, 134p.
- 23- **MANSOUR –BENAMAR M., 2016.** Valorisation de résidus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestible du genre Pleurote Thèse de doctorat en Science Biologiques, option Biologie Végétale, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 229p.
- 24- **MANSOUR-BENAMAR M., SAVOIE J.-M., CHAVANT L., 2013.** Valorisation of a solid olive mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushroom. Comptes Rendus Biologie, 336.
- 25- **MANSOUR-BENAMAR M. & CHAVANT L., 2010.** Guide illustré de la culture d'un champignon comestible : le Pleurote en huitre Editions EL-Amel Dépôt légal : 3911-2010 ISBN : 9789947-30-060-2.
- 26- **MANZI P., MARCONI S., AGUZZI A., PIZZO FERRATO L., 2004.** Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. Food Chemical, 84: 201-206.
- 27- **MAUBLAC A., 1995.** Champignons comestibles et vénéneux. 7ème éditions par J. Perreau.

Références bibliographiques

- 28- **MURAT M., 1981.** Valorisation des déchets et des sous-produits industriels. Masson Editeur, Paris. 313p.
- 29- **MUSSATTO S.I., CARNEIRO L.M., SILVA J.P.A., ROBERTOI C. & TEIXEIRA J.A., 2011.** A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. Carbohydrat. Polymers, 83: 207-211.
- 30- **NAZFAOUI 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. Etude FAO production et santé animales, Rome. 43
- 31- **NEZFAOUI A., 1991.** Valorisation des sous –produits de l'olivier. *In*: Tisserand J-L (Ed), Alibés X (Ed), Fourrages et sous –produits méditerranéens Zaragoza: CIHEAM, (option méditerranéens : Série A Séminaires Méditerranéens). 101-108.
- 32- **OIE P. & NIEUWENHUIJZEN B.V., 2005.** La culture de champignon à petite échelle, pleurotes, shiitakes et auriculaires. 1^{ère} édition, Agrodok 40, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen Editeur Janna de Feijter. 320p.
- 33- **OIE P., 1993.** La culture des champignons. Collection « le point sur ». Guide technique. CTA. TOOL. GRET.
- 34- **OLIVIER J.M. & DELMAS J., 1987 :** Vers la maîtrise des champignons comestibles. Rev. Biofutur. (61): 23-41
- 35- **OLIVIER J.M., 1990 :** les besoins des pleurotes cultivés. Bulletin. F.S.A.C.C., N°45.
- 36- **OLIVIER J.M., 1991 :** les champignons. Rev. Tech. Agro. (2175): 1-12.
- 37- **OLIVIER J.M., LABORDE J., GUIMBERTEAU J., POITOU N. & HOUDEAU G., 1991.** La culture des champignons Ed. Armand Colin. 157p.

Références bibliographiques

- 38- **PAGNANELLI F., TORO L., VEGLIO F., 2002.** Olive mill solid residues as heavy metal sorbent material: a preliminary study. *Waste Management*, 22: 901-907.
- 39- **PUJOL D., LIU C., GOMINHO J., OLIVELLA M.A, FIOL N., VILLAESCUSA I., PEREIR H., 2013.** The chemical composition of exhausted coffee waste *Industrial Crops and Products*, 50: 423-429
- 40- **PULGARIN C., SCHWITZGUEBEL J.P. et TABACCHI P .1991.-** Comment blanchir les résidus du café noir ? *Biofutur* (101) : 43-48.
- 41- **PHILIPPOUSSIS A.N., 2009.** Production of mushrooms using agro-industrial residues as substrates: in P. Singh and Nigam, A. Pandey (Eds), *Biotechnology for agro-industrial residues utilization*. Springer Sciences + Business Media B.V., pp 163-196.
- 42- **RAJARATHNAM.S. & BANO Z.** Pleurotus mushroom. Part 3. Biotransformation of natural lignocellulosic wastes: Commercial application and implication. *Crit.Rev. Food Sci.Nutr.* 28 (1): 31-133.
- 43- **RONCERO RAMOS I., 2015.** Health and nutritional properties of mushrooms. Report of Technological Centre for Research on Mushroom (CTICH) to European Group of Mushroom Growers (GEPC). 63p.
- 44- **SIX M F., 1999.** les atouts nutritionnels des champignons .*Bull F.N.S.A.C.C. ,* Avril, Mai, Juin 1999, (89) :847-854.
- 45- **THERIEZ M., BOULE G ., 1970.** Valeur alimentaire du tourteau d'olive. *Annales de Zootechnie*, 1970, 19 (2) :143-157.
- 46- **VELAZQUEZ CEDNO M.A ., 2005.** Compétitions en *Pleurotus ostreatus* et *Trichoderma* sp en culture sur la paille de blé : rôle des communautés bactériennes du substrat et des laccases de *Pleurotus* .Thèse de Doctorat de l'Université Paul Cézanne

Références bibliographiques

(Air Marseille 3) en Biologie des Population et Ecologie. Ecole Doctorat Science de l'environnement.166p.

- 47- **WONG Y- S., WANG X., 1991.** Degradation of tannins in spent coffee grounds by *Pleurotus sajor-caju*. World Journal Microbiology and Biotechnology,(7) :573-574.
- 48- **YAKOUB Y., 1997.**Valorisation des sous-produits. L'investisseur agricole, vol 19,17-18.
- 49- **ZEINTOUN 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,Science des Agro-ressources.288p.

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire porte principalement sur la valorisation de résidus industriels (Grignon d'olive-Marc de café - La paille blé) l'effet l'addition du son de blé, par une souche locale *Pleurotus ostreatus* (POL) isolé localement à oued Aissi (Tizi-Ouzou, Algérie).

Les substrats formulés sont T (44% GO+44% MC+10% P), pour 5% (41.5% GO+41.5% MC+10%P +5% SB), ainsi pour le 10% (39% GO+39% MC+10% P+5 SB).

Chaque substrat à été supplémenté par 2% de carbonnat de calcium, dans le but d'optimiser le ph.

Les analyses physico-chimiques (ph, taux d'humidité, taux de matière sèche et minérale) ont été réalisées sur chaque bloc au début et a la fin des cultures.

Les résultats obtenus ont relevé les rendements ont été amélioré pour POL sur deux substrats composé, Témoin et 5% et moins dans le substrat 10%. Mais dans le substrat 5% que les champignons sont de bonne qualité.

Mots clés : valorisation – *Pleurotus ostreatus* local -Grignon d'olive –marc de café- la paille de blé –le son du blé

Summary:

The work presented in this thesis focuses mainly on the valorization of agricultural residues (Olive grower-coffee Marc - Wheat straw) the effect of the addition of wheat bran, by a locally isolated local strain *Pleurotus ostreatus* (POL).to Oued Aissi (Tizi-Ouzou, Algeria).

The substrates formulated are T (44% GO + 44% MC + 10% P), for 5% (41.5% GO + 41.5% MC + 10% P + 5% SB), thus for the 10% (39% GO + 39% MC + 10% P + 5 SB).

Each substrate was supplemented with 2% calcium carbonate, in order to optimize the ph.

Physico-chemical analyzes (pH, moisture content, dry matter and mineral content) were carried out on each block at the beginning and at the end of the cultures.

The results obtained found that yields were improved for POL on two substrates compound, control and 5% and less in the substrate 10%. But in the substrate 5% that mushrooms are of good quality.

Key words: valorization - *Pleurotus ostreatus* local - Olive ginger - coffee marc - wheat straw-wheat bran.