



*République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère
de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*



UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD TLEMCEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE,

SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN SECURITE AGROALIMENTAIRE ET ASSURANCE QUALITE**

Thème

**Essai de culture et multiplication de *Pleurotus ostreatus* sur
différents types de substrats lignocellulosiques issus de déchets
agro-alimentaires.**

Présenté par :

BENAYAD Houcine

BENABDELLAH Moueniss

Président :

Encadreur : M. TEFIANI Choukri (Maître de Conférences Classe A, Université de Tlemcen).

Examineurs : M. BENYOUB Nouredine (Maître Assistant Classe A, Université de Tlemcen).

Année universitaire

2020 - 2021

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord "ALLAH" DIEU notre créateurs le tout puissant qui nous a donné, la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail, et qui a semé la foi dans nos cœurs et nous à dotés de la force tout au long de notre parcours.

*Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur **Mr Tefiani Choukri** pour la qualité de son encadrement, ces directives, ces encouragements et pour nous avoir guidées durant toute la période malgré ses nombreuses préoccupations.*

*A Mademoiselle **Lamraoui.G** pour sa disponibilité au long de notre travail et pour l'aide et sa gentillesse.*

*Nous remercions les enseignants de département de **Biologie et Agronomie.***

Enfin nous remercions vivement tous ceux qui ont participé de près ou de loin, ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce modeste travail à mes chers Parents en témoignage de mon affection illimitée qu'il me soit permis de leur exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance éternelle pour tout ce qui m'ont offert au cours de mes longues années d'études.

*A mes chères sœurs et le petit **Salaheddine** la source de grand courage et toujours à côté de moi, en leurs souhaitant beaucoup de sucée dans la vie.*

*Tous ceux qui sont proche de mon cœur nombreux pour le citer aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous
merci.*

*A mon binôme : **Moueniss***

Dédicaces

A mes très chers parents, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements et leur soutien permanent, leur sacrifices illimités, leurs réconfort moraux, durant toutes mes années d'études.

A ceux qui sont la source de mon inscription et mon courage, a tout qui a participé de près ou de loin, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance, et a tous mes amis.

A mon binôme : Houcine

Table de matière

Introduction	Erreur ! Signet non défini.
Revue Bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur les champignons	Erreur ! Signet non défini.
1 Qu'est-ce qu'un champignon ?	Erreur ! Signet non défini.
2 Le cycle de vie du champignon	Erreur ! Signet non défini.
3 Classification des champignons	Erreur ! Signet non défini.
3.1 Les ascomycètes	Erreur ! Signet non défini.
3.2 Les basidiomycètes	Erreur ! Signet non défini.
4 Type trophique des basidiomycètes	Erreur ! Signet non défini.
4.1 Les saprophytes	Erreur ! Signet non défini.
4.2 Les parasites	Erreur ! Signet non défini.
4.3 Les symbiotiques	Erreur ! Signet non défini.
5 L'intérêt des champignons dans les différents domaines	Erreur ! Signet non défini.
5.1 Du point de vue nutritionnel	Erreur ! Signet non défini.
5.2 Du point de vue médicale et pharmaceutique	Erreur ! Signet non défini.
5.3 Du point de vue écologique.....	Erreur ! Signet non défini.
5.4 D'un point de vue économique.....	Erreur ! Signet non défini.
6 Les champignons comestibles	Erreur ! Signet non défini.
6.1 Le genre <i>Pleurotus ostreatus</i> (pleurote en huître).....	Erreur ! Signet non défini.
6.2 Description taxonomique	Erreur ! Signet non défini.
6.3 Caractéristiques mycologiques	Erreur ! Signet non défini.
6.4 Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
6.5 Habitat	Erreur ! Signet non défini.
6.6 La culture des <i>Pleurotus ostreatus</i>	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre II : Déchets de l'agroalimentaire	
1 La paille de blé.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1 Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
1.2 Utilisation de la paille de blé	Erreur ! Signet non défini.
2 Les pépins de raisins.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1 Définition	Erreur ! Signet non défini.
2.2 Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.

2.3	Utilisation des pépins de raisins	Erreur ! Signet non défini.
3	Le marc de café.....	Erreur ! Signet non défini.
3.1	Définition	Erreur ! Signet non défini.
3.2	Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
3.3	Valorisation	Erreur ! Signet non défini.
4	Parch de café.....	Erreur ! Signet non défini.
4.1	Définition	Erreur ! Signet non défini.
4.2	Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
4.3	Valorisation de la parche de café	Erreur ! Signet non défini.
5	Poudre de caroube.....	Erreur ! Signet non défini.
5.1	Définition	Erreur ! Signet non défini.
5.2	Composition chimique.....	Erreur ! Signet non défini.
5.3	Valorisation	Erreur ! Signet non défini.

Matériel et méthodes

1	Matériel.....	Erreur ! Signet non défini.
1.1	Préparation de la salle	Erreur ! Signet non défini.
1.2	L'origine de mycélium.....	Erreur ! Signet non défini.
1.3	Stockage et conservation du blanc	Erreur ! Signet non défini.
1.4	Milieu / substrat de fructification :	Erreur ! Signet non défini.
2	Méthodes.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1	Préparation des mélanges	Erreur ! Signet non défini.
2.2	Humidification & Egouttage :.....	Erreur ! Signet non défini.
2.3	Traitement thermique (stérilisation)	Erreur ! Signet non défini.
2.4	Inoculation	Erreur ! Signet non défini.
2.5	Phase incubation.....	Erreur ! Signet non défini.
2.6	Phase de fructification.....	Erreur ! Signet non défini.

Résultats et discussion

1	Quelques paramètres enregistrés pendant la croissance mycélienne	Erreur ! Signet non défini.
2	La densité mycélienne	Erreur ! Signet non défini.
2.1	Marc de café	Erreur ! Signet non défini.
2.2	Caroube :	Erreur ! Signet non défini.
2.3	Marc de raisin :	Erreur ! Signet non défini.

2.4	Parch de café :	Erreur ! Signet non défini.
2.5	Comparaison entre les substrats :	Erreur ! Signet non défini.
3	Quelques paramètres enregistrés pendant La fructification :	Erreur ! Signet non défini.
4	La fructification.....	Erreur ! Signet non défini.
	Discussions	Erreur ! Signet non défini.
	Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
	Résumé.....	Erreur ! Signet non défini.
	Référence Bibliographique.....	54

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius
Cm : centimètre
g : grammes
H : Heure
J : jours
Kg : kilo gramme
Min : minute
ml : millimètre
% : pourcentage
< : Signe inférieur à
> : Signe supérieur à

Liste des figures

Figure 1 :Un champignon comestible appelé <i>Clitocybe nebularis</i>	4
Figure 2 : le cycle de reproduction des champignons.....	5
Figure 3 : exemple de type trophique des basidiomycètes : a) <i>Pleurotusostreatus</i> b) <i>Armillariamellea</i> ; c) <i>Xerocomusbadius</i>	8
Figure 4 : Le pleurote en huitre (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	11
Figure 5 : quelques composantes de la morphologie du champignon.....	12
Figure 6 : un dessin d'une paille de blé.....	15
Figure 7 : la structure générale d'une baie de raisin.....	17
Figure 8 : attachement des chaines au plafond.....	22
Figure 9 : un climatiseur installé au niveau de la salle.....	23
Figure 10 : les extracteurs installés dans la salle.....	23
Figure 11 : a) le thermo-hygromètre pendant la 1 ^{ère} phase b) le thermo-hygromètre pendant la 2eme phase.....	24
Figure 12 : la salle de culture avant et après la préparation.....	25
Figure 13 : l'orge comme milieu de culture du mycélium (blanc).....	26
Figure 14 : stockage de mycélium dans le réfrigérateur.....	27
Figure 15 : différents pourcentages de parch de café (25%,50%,75%,100%)	29
Figure 16 : un mélange (substrat+paille+chaux+gypse).....	30
Figure 17 : matériels de stérilisation (cocottes).....	31
Figure 18 : les substrats ont été déplacé au laboratoire de microbiologie.....	31
Figure 19 : méthode d'inoculation du mycélium.....	32
Figure 20 : Incubation des substrats.....	33
Figure 21 : mycélium envahisse la surface de substrat.....	33
Figure 22 :La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Marc de café" ...	36
Figure 23 :La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Caroube"	37
Figure 24 : contamination de substrat (100% caroube).....	37
Figure 25 :La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Marc de raisin" ..	38

Figure 26 :La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Parch de café" ...	39
Figure 27 :taux d'envahissement en fonction de 25% des substrats.....	40
Figure 28 : La densité du mycélium en fonction de 50% des substrats.....	41
Figure 29 : La densité du mycélium en fonction de 75% des substrats.....	41
Figure 30 : La densité du mycélium en fonction de 100% des substrats.....	42
Figure 31 : la densité de mycélium dans le substrat de Caroube.....	42
Figure 32 : l'apparition des primordia dans les substrats de Caroube.....	44

Liste des tableaux

Tableau 01 : Effets pharmacologiques et composés actifs de <i>P. ostreatus</i>	9
Tableau 02 : Classification de champignons <i>Pleurotus ostreatus</i>	11
Tableau 03 : Composition chimique de <i>Pleurotus ostreatus</i>	13
Tableau 04 : Composition chimique de la paille de blé.....	16
Tableau 05 : composition chimique du raisin.....	17
Tableau 06 : Composition chimique du marc de café.....	18
Tableau 07 : Composition chimique de la parche de café.....	19
Tableau 08 : composition chimique brute de la poudre de caroube.....	20
Tableau 09 : l'origine et la préparation du substrats.....	28
Tableau 10 : constitution des mélanges des différents substrats.....	30
Tableau 11 : Les enregistrements de température et d'humidité pendant la 1 ^{ère} phase	35
Tableau 12 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "marc de café"	36
Tableau 13 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "caroube".	38
Tableau 14 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "marc de raisin"	39
Tableau 15 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "parche de café"	40
Tableau 16 : Les enregistrements de température et d'humidité pendant la 2eme phase (fructification).....	43
Tableau 17 : Date de la première apparition des primordials sur chaque sachet.....	45

Introduction

Introduction

Les champignons constituent une partie essentielle du règne fongique et présentent une grande diversité, Il existe plus de 14 000 types de champignons dans le monde, dont environ 3 000 sont comestibles. En tant que aliments, sont l'un des aliments les plus appréciés, non seulement pour leur goût exotique mais aussi pour les bienfaits qu'ils procurent. Il peut être consommé sous diverses formes : frais, mariné, séché, en poudre, en conserve, etc. Sa culture a pris un rythme rapide parmi les entrepreneurs contemporains en raison de ses avantages nutritionnels et médicaux et de son faible coût d'entrée pour un rendement élevé. Les champignons charnus (*Basidiomycota, Agaricomycetes*) ayant une tige, un chapeau et des branchies sous le chapeau. Ils peuvent être comestibles, sauvages et certains d'entre eux peuvent aussi être toxiques (Mowsurni et Chowdhury, 2010 ; Sharma, 2018).

Les champignons comestibles occupent une place de plus en plus importante dans notre alimentation en raison de leurs propriétés nutritionnelles, de leur teneur élevée en protéines et de leur faible teneur en graisses et en énergie. Les protéines des champignons contiennent les neuf acides aminés essentiels dont l'homme a besoin. En plus ils sont une source relativement bonne d'autres nutriments tels que le phosphore, le fer et les vitamines, notamment la thiamine et le zinc, la riboflavine, l'acide ascorbique, l'ergostérol et la niacine. (Kumar, 2015)

Les champignons ne sont pas seulement des sources de nutriments mais ont également été signalés comme des aliments thérapeutiques, utiles dans la prévention de maladies telles que l'hypertension le diabète, l'hypercholestérolémie et le cancer. Le genre *Pleurotus* comprend environ 40 espèces et communément appelés "pleurotes", ils poussent largement dans les zones tropicales et subtropicales et sont facilement cultivés artificiellement. (Kumar, 2015 ; Deepalakshmi et Sankaran, 2014)

Le pleurote en huître (*Pleurotus ostreatus*) est l'un de ces champignons, qui est utilisé à la fois comme aliment et comme médicament pour assurer la bonne santé de l'organisme. Il contient des protéines, des hydrates de carbone, des graisses, des fibres, de l'eau, différents types de vitamines et de minéraux ainsi que des métabolites secondaires. (Mowsurni et Chowdhury, 2010).

L'objectif de cette étude est la multiplication de *Pleurotus ostreatus* sur différents types de substrats lignocellulosiques issus de déchets agro-alimentaire, Ce travail on l'a subdivisé en trois chapitres :

1. Une synthèse bibliographique représentant des généralités sur les champignons, après on a parlé sur les champignons du groupe basidiomycètes ; une attention particulière sera portée sur le genre *Pleurotostreatus*, ses Caractéristiques mycologiques, sa description taxonomique, sa composition chimique, son habitat, sa culture et les déchets agroalimentaires utilisé dans cette étude.
2. Une illustration du matériel fongique et végétal (origine, préparation...), et les méthodes utilisées pour la culture de *Pleurotostreatus* sur différents types de déchets agro-alimentaire.
3. Une conclusion qui résume l'ensemble des résultats obtenus dans cette étude et leur discussion.

Chapitre I :

Chapitre I : Généralité sur les champignons

1. Qu'est-ce qu'un champignon ?

Les champignons constituent un élément particulier du monde vivant, puisqu'ils ne sont ni des plantes ni des animaux. Ils ont été placés dans un royaume qui leur est propre, appelé Myceteae (**figure 1**), Mais qu'est-ce qu'un champignon ?(Cheung, 2008)



Figure 1 : Un champignon comestible appelé *Clitocybe nebularis*(site web 1)

Les champignons sont traditionnellement définis comme un groupe d'organismes eucaryotes, non chlorophylles, à structures somatiques filamenteuses, appelées "hyphes" ou "mycélium", Ils sont devenus évident que plusieurs lignées eucaryotes non liées phylogénétiquement font partie de cet ensemble disparate d'organismes étudiés par les mycologues. (Alexopoulos et *al.*, 1996 ; Bruns et *al.*, 1992)

Les champignons sont présents dans tous les écosystèmes et présentent une grande diversité de modes de vie. On a estimé qu'il pouvait y avoir 1,5 million d'espèces de champignons, mais seulement 69 000 ont été décrites jusqu'à présent, Ils vivent comme des saprobes, en décomposant de la matière organique morte, ou en symbiose avec d'autres organismes. (Hawksworth et Rossman, 1997)

2. Le cycle de vie du champignon

Les champignons ont un cycle de vie en deux phases : le mycélium (phase végétative ou de colonisation) et la fructification (phase de reproduction qui porte les spores)(**figure 2**)(Chang, 2008)

Le mycélium formé de filaments blanchâtres appelés « hyphes », c'est la partie souterraine de l'organisme que l'on retrouve dans l'humus, le sol minéral ou le bois pourri par exemple et favorise la formation de fructifications. Les producteurs de champignons appellent le passage de l'extension mycélienne à la production de primordia de champignons, le développement successif de primordia en champignons "fructification". Le carpophore est la partie externe du champignon qui assure la reproduction de l'organisme par la libération de millions de spores. La croissance du mycélium dure plusieurs jours, semaines ou mois, par contre la production de fructifications est de courte durée (généralement entre 24 et 48 h).(Royse, 2004 ; Gévry *et al.*, 2009)

Cependant, les phases végétative et reproductive sont toutes les deux très influencées par les conditions physiologiques et l'état nutritionnel du mycélium. Par conséquent, la production de champignons dépend de sa propre biologie, de son environnement et de ses nutriments. (Chang, 2008.)

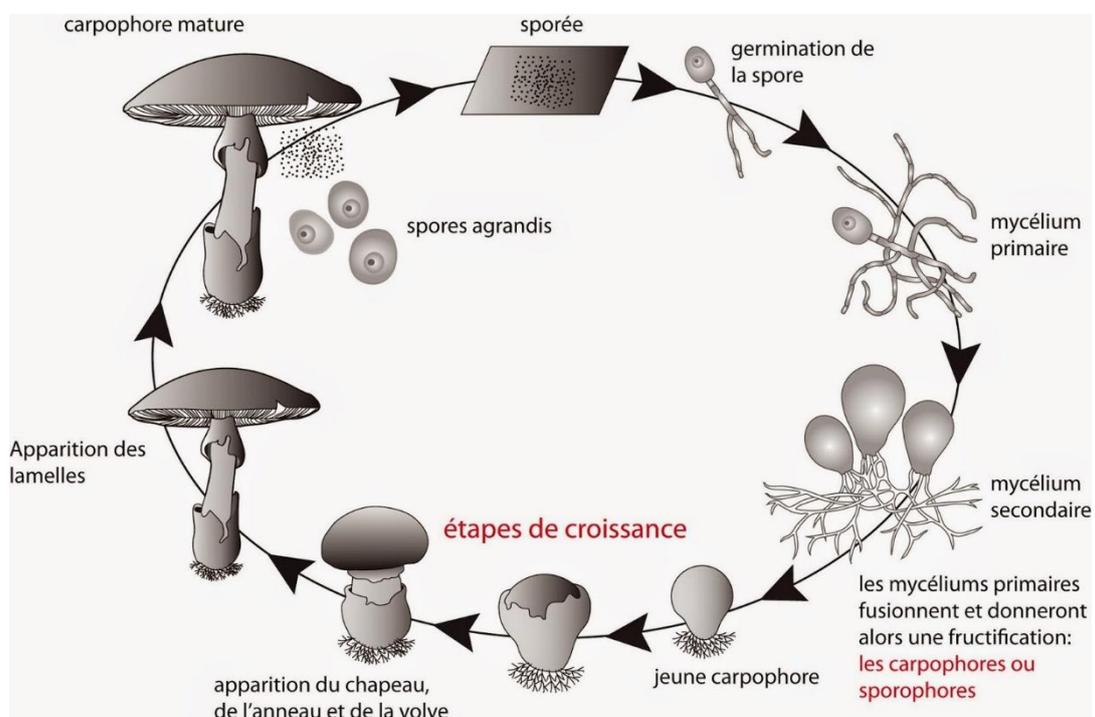


Figure 2 :le cycle de reproduction des champignons(site web 2).

3. Classification des champignons

Les deux principaux groupes des champignons supérieurs ou les macromycètes sont :

3.1. Les ascomycètes

L'Ascomycète (Ascomycota) est un phylum du royaume des champignons qui, avec le Basidiomycète (Basidiomycota), forme le sous-royaume Dikarya. Ses membres sont communément appelés les champignons sacrés qui est un groupe monophylétique (il contient tous les descendants d'un ancêtre commun). C'est le plus grand phylum des Fungi, avec plus de 64 000 espèces. La caractéristique principale de ce groupe de champignons est une structure sexuelle microscopique dans laquelle se forment des spores non mobiles, appelées ascospores. Cependant, certaines espèces d'Ascomycète sont asexuées, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de cycle sexuel et ne forment donc ni asques ni ascospores (**Lutzoni et al., 2004 ; James et al., 2006**)

3.2. Les basidiomycètes

Dans le phylum Basidiomycètes, une grande variété de modes de vie est représentée. Ces modes de vie vont des champignons lignivores bien connus et bien visibles, Les basidiomycètes sont des champignons filamenteux composés d'hyphes (à l'exception des basidiomycota-levures) et se reproduisent sexuellement par la formation de cellules terminales spécialisées en forme de massue appelées basides qui portent normalement des méiospores externes (généralement quatre). Ces spores spécialisées sont appelées basidiospores. Cependant, certains Basidiomycota sont des reproducteurs asexués obligatoires. Les basidiomycètes qui se reproduisent de façon asexuée peuvent généralement être reconnus comme membres de cette division par une ressemblance grossière avec d'autres, par la formation d'une caractéristique anatomique distinctive (la connexion par pincement), des composants de la paroi cellulaire, et définitivement par une analyse moléculaire phylogénétique des données de séquence d'ADN. (**Coelho et al., 2017 ; Rivera et al., 2011**)

4. Type trophique des basidiomycètes

Les champignons n'étaient pas des végétaux. Contrairement à eux, ils ne possèdent pas de chlorophylle. Ils ne peuvent pas utiliser la photosynthèse pour fabriquer leur nourriture. Donc ils sont obligés d'utiliser des substances élaborées par d'autres organismes pour leur alimentation (**Klorane, 2010**).

On distingue trois modes de vie qui n'a rien à voir avec leur comestibilité :

4.1. Les saprophytes

Ils se nourrissent des restes plus ou moins décomposés d'organismes déjà morts. Les saprophytes transforment la matière végétale morte en humus. Sont les principaux acteurs qui participent au recyclage de la forêt. Ils jouent un rôle capital dans l'écosystème et la majorité des espèces de champignons cultivées dans le monde appartiennent à ce groupe. (**Klorane, 2010**)

4.2. Les parasites

Les parasites vivent aux dépens d'autres organismes que l'on appelle hôtes. Considérés comme ravageurs ou auxiliaires biologiques selon la nature de l'hôte. Le parasite va profiter de son hôte sans rien donner en échange, puisque ce dernier va lui permettre de se nourrir, de s'abriter et de se reproduire. Les parasites jouent un rôle important dans la régulation des populations d'un écosystème car ils présentent une spécificité d'hôte qui entraîne une dynamique de prolifération qui suit celle de l'organisme hôte (**Klorane, 2010**)

4.3. Les symbiotiques

C'est à dire en association à bénéfices réciproques entre deux organismes biologiques différents. Ainsi, le mycélium va apporter différents éléments comme de l'eau et des sels minéraux (phosphore), le champignon va recevoir de la matière organique, sa nourriture, lui permettant de vivre. Cette relation s'établit entre le mycélium et les racines de l'arbre. On parle de mycorhize. Le terme mycorhize fait référence au rôle important dans la nutrition des plantes, la biologie et la chimie du sol (**Klorane, 2010 ; Johnson et al., 1997**).



Figure 3 : exemple de type trophique des basidiomycètes : a) *Pleurotus ostreatus*
b) *Armillariella* ; c) *Xerocomus badius*.(ARZANI et BOUSSIOUD, 2018)

5. L'intérêt des champignons dans les différents domaines

5.1. Du point de vue nutritionnel

La perception des champignons comme un aliment hautement nutritionnel est bien fondée. Des analyses de composition des principales variétés cultivées ont révélé que, sur une base de poids sec, les champignons sont composés à 90% d'eau. Ils contiennent normalement 19 à 35 % de protéines. De plus, les protéines des champignons contiennent tous les acides aminés essentiels, et sont particulièrement riches en lysine et en leucine, qui font défaut dans la plupart des aliments céréaliers de base. La faible teneur en matières grasses totales et la forte proportion d'acides gras polyinsaturés (72 à 85 %) par rapport aux acides gras totaux, sont considérées comme contribuant de manière significative à la valeur santé des champignons. Les champignons frais contiennent des quantités relativement importantes d'hydrates de carbone et de fibres allant de 51 à 88 % et de 4 à 20 % (poids sec), respectivement, pour les principales espèces cultivées. Les champignons semblent également être une bonne source de vitamines du groupe B (vitamines B3, B1, B2, et B8) et de la vitamine C, il y a également des provitamines A et D, notamment de thiamine, de riboflavine niacine, biotine et acide ascorbique, et de minéraux (Chang et Buswell, 1996).

5.2. Du point de vue médicinale et pharmaceutique

Traditionnellement, les propriétés médicinales des champignons ont été bien démontrées, notamment dans les pays d'Asie orientale. Actuellement, dans certaines parties du monde, on assiste à une renaissance de l'intérêt porté aux remèdes traditionnels. Bien que les essais d'intervention directe sur l'homme soient limités, il existe un nombre croissant d'essais in vitro et in vivo sur des animaux décrivant une gamme possible d'avantages pour la santé. Comme il existe une grande quantité de composés tels que les lectines polysaccharides, polysaccharides-peptides, complexes polysaccharides-protéines, ont été isolés à partir de champignons. Ces composés se sont avérés avoir des propriétés antioxydantes, anticancéreuses, antimicrobiennes, antidiabétiques, antihypercholestrolémiques et des propriétés immunomodulatrices. (Deepalakshmi etSankaran, 2014).Les propriétés pharmacologiquesde *P. ostreatus* ont été résumé dans le **tableau 1**

Tableau 1 : Effets pharmacologiques et composés actifs de *P. ostreatus* (Deepalakshmi etSankaran, 2014)

<u>Effets pharmacologiques</u>	<u>Substances</u>
Anticancer	Soluble dans l'eau protéine (ou) polysaccharides
Antioxydant	β -D Glucan (pleuran) Lectine
Antitumeur	β -D Glucan (pleuran) Glycopeptides Protéoglycanes
Antiviral	Protéine de type ubiquitine
Antibactérien	β -D Glucan (pleuran)
Antidiabétique	Bioactif non spécifié
Antihypercholestérolique	Lovastatine
Santé oculaire	Bioactif non spécifié
Antiarthritique	β -(1,3/1,6)D-glucan

5.3. Du point de vue écologique

La contamination du sol, de l'eau et de l'air par des substances dangereuses est le principal problème environnemental du monde d'aujourd'hui. La consommation de champignons est devenue une tradition pour de nombreuses personnes en raison de leur richesse en saveurs, en protéines et de leur importance médicinale. Mais leur capacité à dégrader/décolorer les substances dangereuses et les colorants en sécrétant diverses enzymes

ou en absorbant et en adsorbant les couleurs des substances résiduelles les a rendus intéressants à utiliser dans le domaine de la bioremédiation. Le champignon agit comme un bon décomposeur car il dégrade la cellulose et la lignine des plantes pour leur croissance et leur développement. Il maintient également la santé du sol en jouant le rôle d'hyperaccumulateurs. (Abu Barkat et al., 2020)

5.4. D'un point de vue économique

Le champignon est un organisme saprophyte et utilise donc les déchets organiques et agricoles. Cela réduit la charge des agriculteurs qui doivent éliminer leurs déchets agricoles. Des revenus supplémentaires sont obtenus par la production de champignons de qualité en utilisant ces résidus (MacCanna et Cathal, 1984).

La culture des champignons, qu'elle soit saisonnière ou commerciale, génère des revenus importants pour les producteurs. La valeur ajoutée aux champignons en termes de produits de qualité est une autre piste économique. L'utilisation positive du substrat de champignon usagé biocarburant, production de biogaz, fumier, terreau, etc. génère également des revenus supplémentaires pour l'agriculteur. Il existe de nombreux champignons sauvages d'importance économique dans le monde entier. Le champignon le plus coûteux est *Cordyceps sinensis*, qui est un champignon entomopathogène poussant sur des insectes dans les régions de haute altitude de l'Indo-Tibet (MacCanna et Cathal, 1984).

6. Les champignons comestibles

Parmi les nombreuses espèces de champignons, certaines sont des champignons comestibles, plus ou moins recherchés. Ils sont les fructifications charnues et comestibles de plusieurs espèces de macro champignons (champignons qui portent des structures de fructification suffisamment grandes pour être vues à l'œil nu). Ils peuvent apparaître sous terre (hypogés) ou au-dessus du sol (épigés), où ils peuvent être cueillis à la main. Les champignons comestibles peuvent être consommés sous diverses formes : frais, mariné, séché, en poudre, en conserve, etc. La comestibilité peut être définie par des critères tels que l'absence d'effets toxiques pour la santé et un goût et un arôme désirables. (Chang et al., 1989 ; Mattila et al., 2000)

6.1. Le genre *Pleurotostreatus* (pleurote en huître)

Pleurotostreatus, ou pleurote en forme d'huître, est un champignon comestible commun. Il a d'abord été cultivé en Allemagne comme mesure de subsistance pendant la

Première Guerre mondiale. Maintenant le genre *Pleurotus ostreatus* (*P. ostreatus*) est populairement consommé dans le monde entier en raison de leur goût, de leur saveur, de leur haute valeur nutritive et de leurs propriétés médicinales (Eger et al., 1976 ; Alan et Tom, 2014 ; Deepalakshmi et Sankaran, 2014)



Figure 4 : Le pleurote en huître (*Pleurotus ostreatus*) (site web 3)

Le pleurote en huître peut également être utilisé industriellement, c'est l'un des champignons sauvages les plus recherchés, bien qu'il puisse également être cultivé sur de la paille et d'autres supports. Il possède l'arôme doux-amer du benzaldéhyde (qui est également caractéristique des amandes amères). (Beltran et al., 1997)

6.2. Description taxonomique

Tableau 02 : Classification de champignons *Pleurotus ostreatus* (Deepalakshmi et Sankaran, 2014)

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

6.3. Caractéristiques mycologiques

Le nom scientifique et le nom commun font référence à la forme de la fructification. Le latin *Pleurotus* (latéral) fait référence à la croissance latérale de la tige par rapport au chapeau, tandis que le latin *ostreatus* et le nom commun anglais, *Oyster*, font référence à la forme du chapeau qui ressemble au bivalve du même nom (Hassen et al., 2011).

P. ostreatus est large en éventail dont sa forme ressemble à une huître, s'étendant de 5 à 25 cm les spécimens naturels vont du blanc au gris ou du fauve au brun foncé ; la marge est enroulée quand ils sont jeunes et lisse, souvent légèrement lobée et ondulée.

Selon Hassen et al. (2011), *P. ostreatus* est composé de :

Chair : elle est blanche, ferme et varie en épaisseur en raison de la disposition des stipes.

Lames : très décurrentes, de couleur ivoire mais parfois blanchâtres.

Branchies : Les branchies du champignon sont blanches à crème et descendent sur le pédoncule, s'il est présent.

Stipe ou pied : latéral, court et trapu, excentré, duveteux à la base, parfois très rudimentaire voire absent de couleur blanchâtre.

Empreinte des spores : L'empreinte des spores du champignon est blanche à gris lilas et s'observe mieux sur une surface sombre (Hassen et al., 2011).

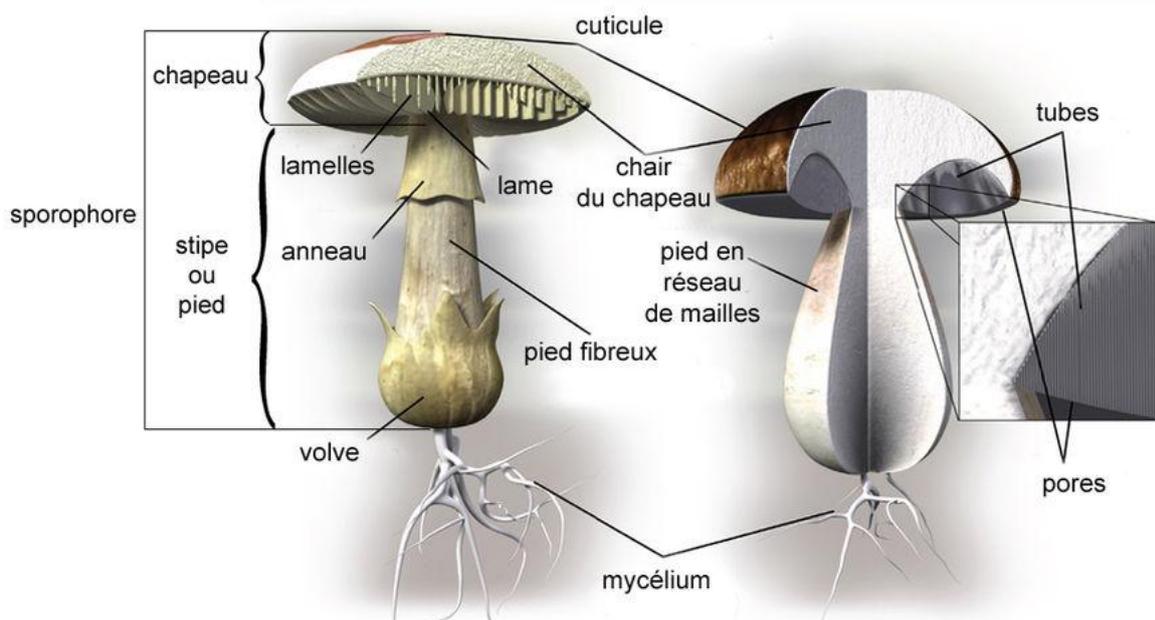


Figure 5 : quelques composantes de la morphologie du champignon (site web 4).

6.4. Composition chimique

La composition chimique de *P. ostreatus* est regroupés dans le **tableau 3**.

Tableau 3 : Composition chimique de *Pleurotusostreatus*(Blandeau, 2012)

Éléments	Taux de présence
Protéines brutes	27,4%
Lipides	1%
Hydrates de carbone totaux	65%
Fibres	8,3%
Cendres	6,6%

6.5. Habitat

Le pleurote en huître est répandu dans de nombreuses forêts tempérées et subtropicales du monde entier, C'est un saprotrophe qui agit comme un décomposeur primaire du bois, en particulier des arbres à feuilles caduques et des hêtres, renvoyant les éléments vitaux et les minéraux à l'écosystème sous une forme utilisable par les autres plantes et organismes(Phillips et Roger, 2006 ; Alan et Tom, 2014).

En parlant de rendement, certaines espèces de *Pleurotus* peuvent produire des rendements élevés en quelques semaines. Ces champignons peuvent convertir 100 g de déchets végétaux séchés en 50 à 70 g de champignons *Pleurotus* frais (Lelly, 1987).

6.6. La culture des *Pleurotusostreatus*

Il existe environ 40 espèces de *pleurotes*, qui se classent au deuxième rang des champignons cultivés dans le monde pour leur goût et leur saveur excellents. Parmi ces espèces de *Pleurotus*, *P. ostreatus* est la plus populaire pour la culture. C'est un champignon qui dégrade efficacement la lignine et qui peut se développer bien sur différents types de matériaux lignocellulosiques. Une raison importante de sa popularité croissante est que le champignon peut dégrader les trois catégories clés de polysaccharides des résidus de forestiers et agricoles : lignine, cellulose et hémicelluloses. La culture de ce champignon est très simple et peu coûteuse, ce qui permet une croissance constante avec une efficacité

biologique élevée. Les différentes espèces de *Pleurotus* se développent bien dans des conditions de température variables ; elles sont donc idéalement adaptées à une culture tout au long de l'année. (**Chang et Miles, 2004**).

Chapitre II :Déchets de l'agroalimentaire

La culture de champignons sur ces sous-produits pourrait être l'une des solutions pour transformer ces déchets non comestibles en biomasse comestible acceptée et de grande valeur marchande.

1. La paille de blé

La paille de blé est l'un des résidus agricoles les plus importants obtenu à partir de différentes parties de la plante de blé, comme la tige, les feuilles, etc. Il s'agit d'une ressource fibreuse renouvelable annuellement qui est disponible en quantité abondante dans de nombreuses régions du monde. L'extraction des fibres des tiges de la plante est réalisée par diverses méthodes telles que les techniques mécaniques, physiques et d'explosion à la vapeur. (SainetPanthapulakkal, 2006;Khan et al., 2012)

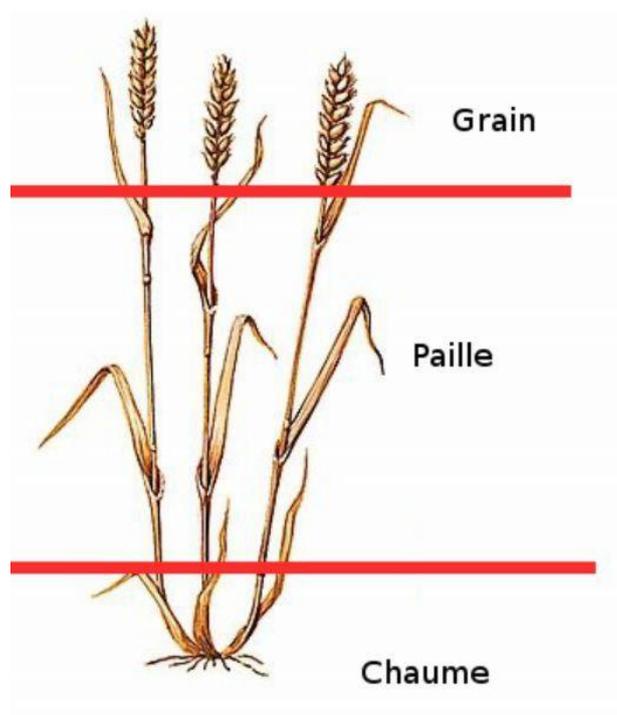


Figure 6 : un dessin d'une paille de blé(site web 5)

1.1. Composition chimique

La paille de blé est composée d'environ 40% de cellulose, 40% d'hémicellulose, et 15 % de lignine. La composition de la biomasse de la paille de blé est indiquée dans le **tableau 4**.

Tableau 4 :Composition chimique de la paille de blé (**Dedovic et al., 2012**)

Cendres	7,9 %	Aluminium	240 mg/kg
Carbone	42,9%	Calcium	1720 mg/kg
Chlore	0,17%	Fer	240 mg/kg
Hydrogène	5,7 %	Magnésium	620 mg/kg
Azote	0,62%	Manganèse	40 mg/kg
Oxygène	38,25%	Phosphore	700 mg/kg
Soufre	0,16%	Potassium	10 440 mg/kg
Eau	4,3%	Silicium	34 090 mg/kg

1.2. Utilisation de la paille de blé

La paille est bien plus que les restes de la récolte du blé. Ce sous-produit agricole a un très grand nombre d'utilisations. Si certaines sont assez traditionnelles, comme la litière pour les animaux et le paillis dans le jardin, elle peut également être utilisée comme fourrage de qualité pour le bétail, comme combustible de chauffage, pour la production d'éthanol, ou même comme matériau de construction. Loin d'être un déchet, la paille a tellement de meilleures utilisations que d'être un milieu de culture pour les champignons. (**Doyle et al., 1988**)

2. Les pépins de raisins

2.1. Définition

Le raisin est le fruit de la vigne cultivée. C'est le deuxième fruit le plus cultivé au monde. Il renferme des composés phénoliques antioxydants, flavonoïdes et non-flavonoïdes ce qui le rend spécifique. (**Chira et al., 2008**)

L'industrie vinicole génère de divers sous-produits qui sont généralement valorisés et utilisés en différents domaines : les pulpes, les rafles et les pépins (**Gambier, 2014**).

Après vinification du raisin, on obtient ce qu'on appelle le marc de raisin et ce dernier contient en moyenne 15 % de pépins, 30 % de rafles et pulpes, et 55 % d'eau (**Pierron, 2017**).

Lorsque ces sous-produits sont secs, leurs valeurs ajoutées ainsi que leurs pouvoir calorifique important rendre avantageux des autres valorisations (**Laurent et al., 2014**).

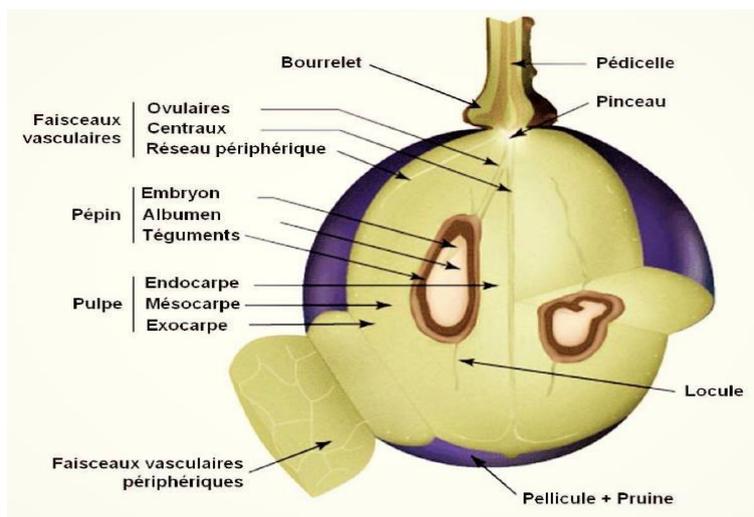


Figure 7: la structure générale d'une baie de raisin (Lacampagne, 2010)

2.2. Composition chimique

Le tableau 5 résume la composition chimique du raisin

Tableau5 : composition chimique du raisin (Wolter et al., 1980)

Matière sèche	89,94
Matière organique	96,87
Cellulose	11,39
Hémicelluloses	5,39
Lignine	60,50
Lignocellulose	71,89
Calcium	0,65
Phosphore	0,16

2.3. Utilisation des pépins de raisins

Les pépins de raisin, permettent d'extraire l'huile brute, qui va générer des tonnes d'huile raffinée. L'acide linoléique, un acide gras de la famille oméga-6 est parmi les principales qualités reconnues de l'huile de pépins. D'un autre côté, l'huile de pépins de raisin peut être utilisée comme composant de la préparation de peintures. Le sous-produit ultime des pépins de raisin est constitué essentiellement de fibres. Donc Il est utilisé principalement en énergie thermique comme combustible. (Pierron, 2017).

3. Le marc de café

3.1. Définition

Le marc de café est un résidu de café soluble obtenu après la torréfaction et le broyage de grains de café et leur extraction avec de l'eau bouillante ou de la vapeur. (Mansour-Benamar, 2016).

3.2. Composition chimique

Le marc de café est principalement composé de polysaccharides, de lipides, de polyphénols et de minéraux. Sa teneur en protéines est relativement élevée, mais sa richesse en lignine peut être le facteur limitant de son utilisation (tableau 6) (Mansour-Benamar, 2016).

Tableau 6 : Composition chimique du marc de café (Ballesteros et al., 2014)

Composantes	Quantités (g/100g de M.S.)
Glucose	12.40
Hémicellulose	39.90
Lignine	23.90
Lipides	2.29
Protéines	17.44
Carbone (C)	47.18
Azote (N)	2.79
Cendre	1.30

3.3. Valorisation

Au cours des dernières décennies, de plus en plus de personnes ont pris conscience de la nécessité de réduire les déchets pour protéger l'environnement, ce qui a incité les gens à étudier la méthode de compostage direct du marc de café recyclé (Liu et Price, 2011).

Certaines études ont mis en évidence les propriétés du marc de café d'absorber les métaux lourds (Min-Suk, 2014) tels que les ions de plomb dans l'eau selon (Toshimitsu, 2005) D'autre montre que le marc du café est riche en lipides et en acides gras libres ce qui peuvent être convertis en biodiesel et en bioéthanol (Valderez, 2014)

4. Parch de café

4.1. Définition

La parche est l'endocarpe fibreux et résistant qui recouvre les deux hémisphères de la graine de café et les sépare l'un de l'autre, Dans le traitement à sec, elle est séparée des grains de café verts en même temps que l'écorce et la pulpe, En revanche, dans le traitement par voie humide est retirée après le séchage et le décorticage, Ce dernier procédé permet de collecter et d'utiliser la parche séparément des autres sous-produits(Belitz et al.,2009).

4.2. Composition chimique

La composition de la parche de café est présentée dans le **tableau 7**.

Tableau 7 : Composition chimique de la parche de café (Bekalo et Reinhardt, 2010)

(α -) cellulose	40-49%
Hémicellulose	25-32%
Lignine	33-35%
Cendres	0,5-1%

4.3. Valorisation de la parche de café

La parche de café pourrait être un matériau alternatif potentiel pour être appliqué dans la production de panneaux de particules, du fait qu'il est fondamentalement composé de cellulose et de lignine, comme le bois. (Scatolino, et al., 2017)

L'utilisation de la farine de parche de café comme ingrédient alimentaire riche en fibres diététiques et doté de propriétés antioxydants, hypoglycémiques et hypolipidémiques améliorées (Benítez, 2021).

5. Poudre de caroube

5.1. Définition

Le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) est l'un des arbres indigènes les plus utiles de la Méditerranée. Ses gousses sont traditionnellement utilisées pour l'alimentation animale et humaine. La caroube est une gousse constituée d'une pulpe qui entoure les graines. La pulpe est très riche en sucre que la canne à sucre. La gousse de caroube est principalement composée de pulpe et de graines, qui représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. Les graines sont utilisées pour extraire le galactomannane(Haddarah et al., 2013), alors que la pulpe est riche en hydrates de carbone (saccharose, fructose et glucose), fibres

alimentaires et polyphénols. Il contient une petite quantité de protéines et de lipides. Sa composition chimique exacte dépend du moment de récolte (Bengoechea et al., 2008).

5.2. Composition chimique

La poudre de caroube a été considérée comme un complément alimentaire, elle se situe entre les meilleurs légumes et source de protéines animales (Dakia, 2007). Le **tableau 8** nous donne une idée sur sa composition chimique.

Tableau 8 : composition chimique brute de la poudre de caroube (Youssef, 2013)

Composition chimique	%
Humidité	5,29
Protéine	6,34
Lipide	1,99
Fibres	7,30
Glucides	75,92
Cendre	3,16

5.3. Valorisation

Les gousses de caroube se caractérisent par une forte teneur en sucre (environ 50%), composée essentiellement de saccharose. Cette forte teneur en sucre favorise les mêmes réactions chimiques que celles qui se produisent lors de la torréfaction et de l'alcalinisation du cacao : caramélisation de la forte teneur en sucre et réactions de Maillard entre les acides aminés et les sucres (Fadel et al., 2006). De cette façon, la caroube grillée peut fournir des arômes similaires à ceux du cacao. (Quelal et al., 2018).

Chapitre II:

Chapitre III : Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de pôles microbiologie et biochimie, aussi dans une salle de culture à l'université Abou BekrBelkaid Tlemcen.

1. Matériel

1.1.Préparation de la salle

Nous avons réalisé cette étude dans une salle, qui a été aménagée de la façon suivante :

➤ On a commencé par attaché des chaînes au plafond avec des pitons comme base pour ensuite suspendre des cordes au vertical.

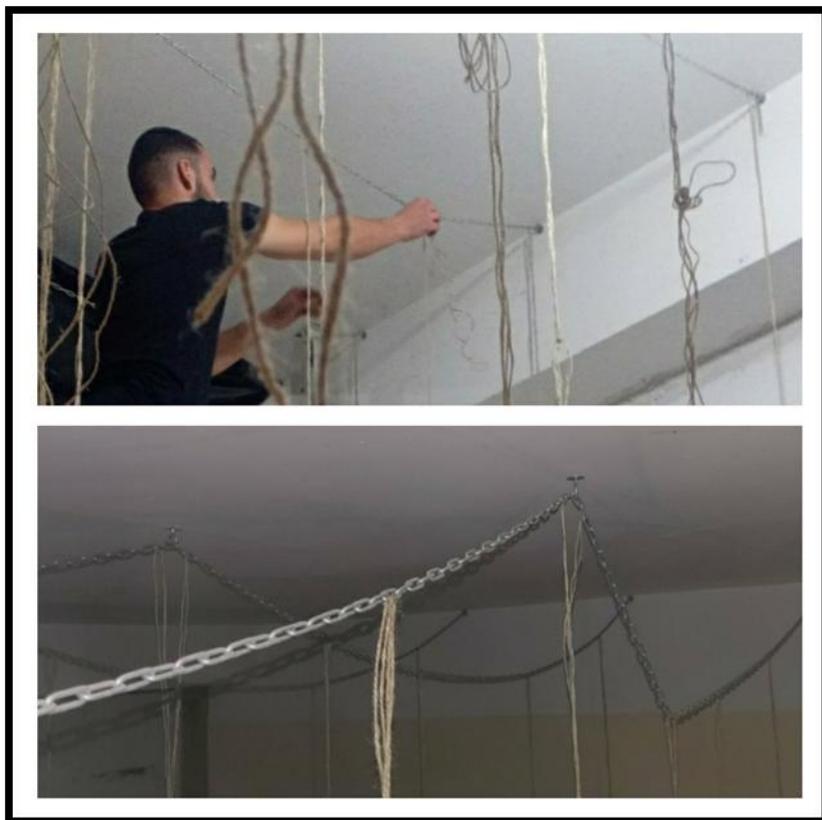


Figure 8 : attachement des chaînes au plafond(photo originale).

➤ Ensuite on est passé au revêtement mural en composite polyester pour isolation thermique avec le milieu externe, des plaques de polyester où on les a collés avec de l'Enduit Pâte sur les murs et jointé avec du plâtre.

➤ Puis on a procédé à la séparation de la salle, on a divisé la salle en deux avec une bâche noire opaque de 0,13mm fixé au plafond à l'aide d'une fourrure de 45 mm de 4.6m de longueur, en laissant un petit passage du côté droit de la salle, ce travail à pour objectif de créer un milieu favorable pour les deux phases de culture à savoir de croissance mycélienne et de fructification.

- Un climatiseur en plus de trois extracteurs d'air ont été installés au niveau de la salle afin de maîtriser la température et l'aération à l'intérieur de la salle (**figure 9-10**)



Figure 9 : un climatiseur installé au niveau de la salle (**photo originale**).

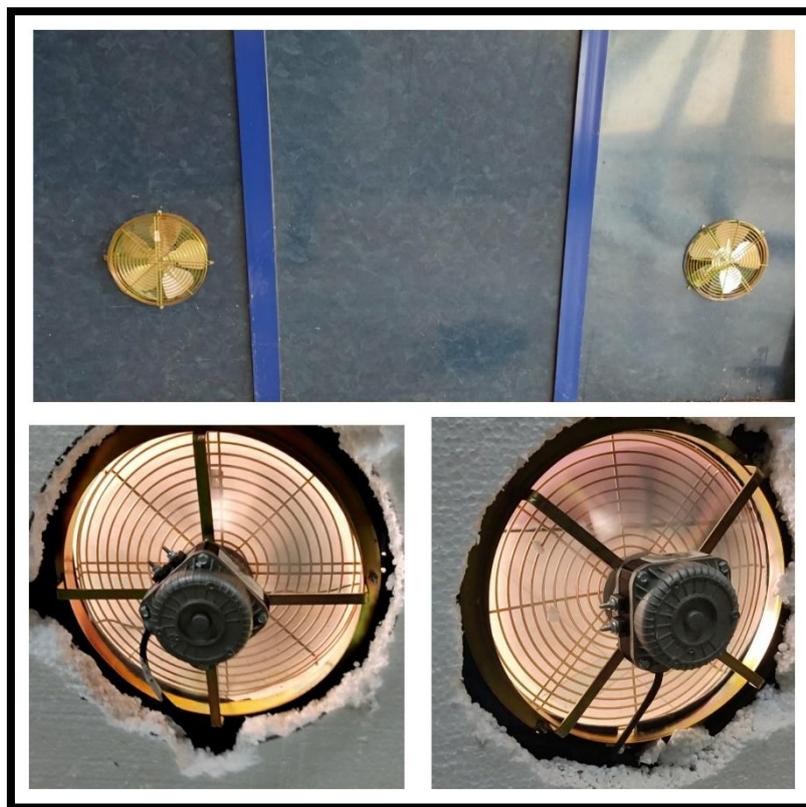


Figure 10 : les extracteurs installés dans la salle (**photo originale**).

- Enfin, on a placé un thermo-hygromètre pour nous permettre de mesurer et faire le suivi la température et de l'humidité journalière à l'intérieur de la salle (**figure 11**)

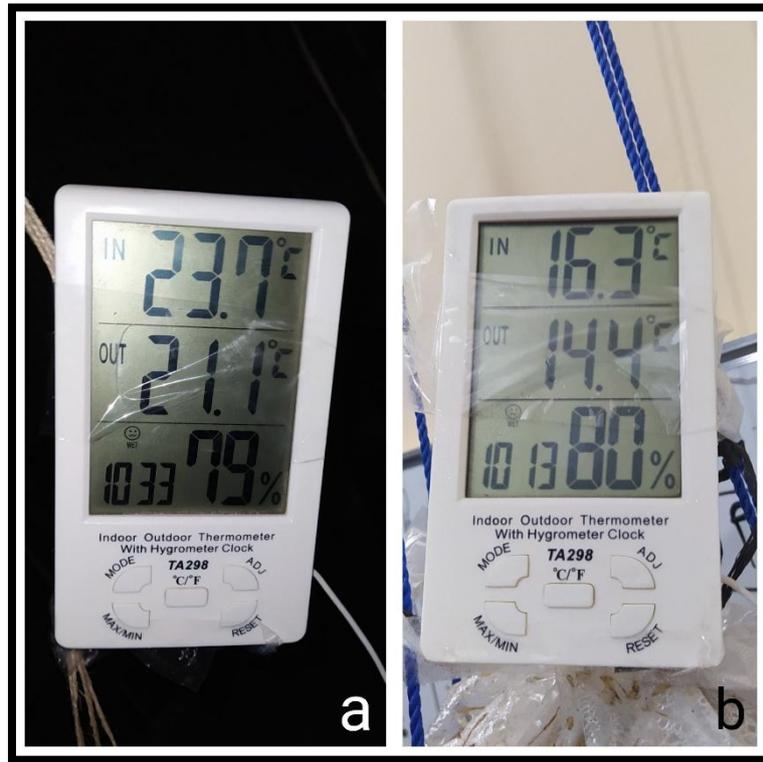


Figure 11 :a) le thermo-hygromètre pendant la 1^{ère} phase
b) le thermo-hygromètre pendant la 2eme phase (photo originale).



Figure 12 : la salle de culture avant et après la préparation(photo originale).

1.2.L'origine de mycélium

Le mycélium utilisé dans notre travail a été préparé durant le mois de mai 2021, au niveau d'une ferme à Ain yagout – El Madher qui est située à 35 Km au Nord-Est de la wilaya de Batna.

Le support utilisé dans la préparation du blanc (**figure 12**) est l'orge parce que le grain d'orge contient principalement l'amidon, qui représente (51-77%) de la matière sèche totale. Il comprend également 6,35 à 23,4 % de protéines et 6,9 % de pentosanes (hémicelluloses) et 3 à 4,5 % de cellulose, la teneur en lipides environ 1,18-3,09 %, avec une moyenne de 2,13 %. (**Wolter et al., 1982; Guo et al., 2020**).



Figure 13 : l'orge comme milieu de culture du mycélium (blanc) (**photo originale**).

1.3. Stockage et conservation du blanc

Le mycélium a été mis dans des sacs en plastique en polypropylène avec des bouchons en coton permettant l'aération du mycélium.

Le mycélium a été conservé au réfrigérateur à la température de 4°C (**figure 13**) jusqu'au jour de son utilisation.



Figure 14 :stockage de mycélium dans le réfrigérateur(photo originale).

1.4.Milieu / substrat de fructification :

De nombreux champignons décomposeurs de bois utilisent efficacement les lignocelluloses et cette caractéristique est liée à leur capacité à métaboliser la lignine. Les espèces de *Pleurotus* s'avèrent être l'un des types de champignons de pourriture blanche les plus efficaces pour la décomposition de la lignocellulose à l'état solide. Ainsi, de nombreux déchets agricoles et industriels peuvent être utilisés pour la production de *Pleurotus* spp. Comme substrat (Baysal, 2003).

La paille de blé est le principal substrat pour la culture des pleurotes, bien qu'il soit possible d'obtenir une production adéquate en utilisant la paille de blé avec l'ajout de suppléments qui augmentent considérablement le rendement par unité de poids.(Baysal, 2003).

Dans cette étude, nous avons utilisé les pépins de raisins, le marc de café, Parch de café, Poudre de caroube et la pelure de pomme de terre comme substrats de culture des pleurotes en plus de la paille de blé comme substrat témoin(tableau 9).

Tableau 9 :l'origine et la préparation du substrats.

Les substrats	Origine	Préparation
La paille de blé	La paille utilisée dans notre travail a été obtenu au niveau d'une ferme qui est située à 4 Km de Sidi Abdelli (Nord-Est de la wilaya de Tlemcen).	La paille de blé utilisée dans cette expérimentation a été broyée dans une ferme à côté de Chetouane (Est de la ville de Tlemcen)et les morceaux obtenus mesuraient entre 3 et 5cm.
Les pépins de raisins	Les pépins de raisins ont été obtenu à partir du processus de fabrication du vin rouge (boissons alcooliques) à Chetouane.	Ces pépins ont fait l'objet d'un séchage à l'air libre pendant environ 6 mois. Les pépins de raisins ont été utilisé après pressage mécanique, et broyés pour obtenir des particules de petites tailles.
Le marc de café	Marc de café provenant d'un caféshop local "Cordoue" située au niveau de Chetouane (ville de Tlemcen).	Un séchage à l'air libre a été réalisé au marc de café juste après sa récupération du café shop. Après avoir séché le marc de café un tamisage de ce marc de café afin d'éliminer les corps étrangers.
Parch de café	Ce déchet a été récupéré à partir du processus de fabrication du café "Africafé" au niveau de la zone industrielle de Chetouane.	La parche de café a été séchée à l'air libre avant son utilisation dans notre expérimentation.
Pelure de pomme de terre	Ce déchet a été récupéré à partir du processus d'épluchage de pommes de terre au niveau d'une restaurant à Chetouane.	Nous avons d'abord lavé la pelure pour éliminer les impuretés, puis séchée à l'air libre avant son utilisation dans notre expérimentation.
Poudre de caroube	Cette poudre a été obtenu à partir du processus de fabrication des ingrédients naturel de "caroube" et qui a été aimablement fournie par la SARL BOUBLENZ A.	La poudre de la caroube a été séchée à l'air libre avant son utilisation dans notre expérimentation.

2. Méthodes

Pour la préparation des substrats de culture nous avons adopté les étapes suivantes :

2.1.Préparation des mélanges

Dans le cadre de la préparation des substrats nous avons opté pour quatre concentrations des cinq substrats étudiés qu'on a additionnées à la paille (à savoir 25, 50, 75 et 100% des substrats étudiés)et pour chaqueconcentration nous avons répété l'opération cinq fois, pour avoir plus de fiabilité dans nos résultats et pour éviter le risque de perte des substrats par contaminations.



Figure 15 :différents pourcentages de parch de café (25%,50%,75%,100%)(photo originale).

Après avoir pesé les différents substrats de cultures nous avons additionné de la chaux à raison de 1% et le gypse à raison de 0.2% afin de stabiliser le pH. Il faut savoir que l'ajout de la paille a été dépendant de la concentration du substrat étudié et ceci pour avoir un total de 100% avec un poids de 500g.

Les mélanges des différents substrats ont été mis dans des sachets en polypropylène stérilisables et qui sont ensuite bien fermé avec un fil d'attache et étiqueté (type de substrat/pourcentage d'incorporation du substrat). La même méthode de travail a été adopté pour l'ensemble des substrats étudiés.



Figure 16 : un mélange (substrat+paille+chaux+gypse)(photo originale).

Tableau 10 : constitution des mélanges des différents substrats.

Substrat	Chaux	Gypse	Marc de café	Paille de blé
Mélange 1	1%	0.2%	25%	73.8%
Mélange 2	1%	0.2%	50%	48.8%
Mélange 3	1%	0.2%	75%	23.8%
Mélange 4	1%	0.2%	98.8%	0%
Témoins	1%	0.2%	0%	98.8%

2.2.Humidification & Egouttage :

On a procédé à l'humidification des substrats en ajoutant aux sachets des différents substrats de l'eau du robinet (à raison 1/3 du sachet), après 24h on a pris chaque sachet et on l'a bien mélangé afin d'avoir une bonne répartition de l'humidité, le 3^{ème} jour d'humidification des substrats on s'est débarrassé de l'eau qui était en excès et ceci en égouttant les sachets pendant 24h afin d'avoir un taux d'humidité compris entre 60 et 65 %.

2.3.Traitement thermique (stérilisation)

Après l'obtention du taux d'humidité désiré on est passé à la stérilisation, commençant par couvrir l'intérieur des cocottes qu'on a utilisées avec des sacs de jute pour éviter que nos sachets entrent en contact direct avec le métal des cocottes, ensuite on a ajouté une petite quantité d'eau puis on a bien fermé les sachets et nous les avons mis dedans, pendant 1 heure

(Figure 17). Une vérification des valves du couvercle des cocottes, s'ils ne sont pas bouchés, a été faite à chaque fois qu'on allait répéter l'opération de stérilisation pour éviter tout risque d'explosion.



Figure 17 :matériels de stérilisation (cocottes)(photo originale).

2.4.Inoculation

Après refroidissement des sachets, on a déplacé tous nos substrats au laboratoire pédagogique du pôle microbiologie de la faculté SNV/STU (figure 18) pour travailler dans un milieu stérile garantie par une hotte à flux laminaire.



Figure 18 : les substrats ont été déplacé au laboratoire de microbiologie(photo originale).

Après avoir bien désinfecté nos mains et la hotte avec de l'éthanol à 70% nous avons procédé à la pesé de 50 g de grains d'orge bien enrobés de mycélium, et à l'aide d'une spatule en inox on a écarté le centre des sachets afin de créer un canal central au niveau des substrats

afin d'introduire le mycélium au centre de la culture (**Figure 19**). Cette opération a été réalisée sous hotte à flux laminaire et à côté d'un bec bunsen.



Figure 19 : méthode d'inoculation du mycélium (photo originale).

2.5. Phase incubation

Après l'étape d'inoculation du substrat par le mycélium nous procédons au nettoyage de la salle pour minimiser tout risque de contamination de la salle où seront suspendus les sachets, contenant nos cultures, à des cordes et accrochés à la vertical (**figure 20**).

Durant cette phase d'incubation les conditions de culture favorable à l'envahissement du mycélium sont de 20 à 24°C pour la température un taux d'humidité de 70 à 80%



Figure 20 :Incubation des substrats(photo originale).

2.6.Phase de fructification

Au fur et à mesure le mycélium envahisse la surface totale du substrat (**figure 21**) les sachets vont être déplacé dans la deuxième partie de la chambre de culture où la température varie entre 16 et 20°C et l'humidité entre 85 et 95%.



Figure 21 : mycélium envahisse la surface de substrat (photo originale).

*Chapitre III:
Résultats et discussion*

1. Quelques paramètres enregistrés pendant la croissance mycélienne :

Dans ce travail nous avons effectué un suivi de la température et de l'humidité durant la première phase de culture des champignons.

Tableau 11 : Les enregistrements de température et d'humidité pendant la 1^{ère} phase

Date	Heure	Température	Humidité
05/06/2021	09 : 05	22,7 °C	92 %
06/06/2021	10 : 55	22,1 °C	94 %
07/06/2021	09 : 29	22,2 °C	91 %
	10 : 50	22,3 °C	89 %
08/06/2021	09 : 07	22,6 °C	89 %
	12 : 35	23,9 °C	78 %
09/06/2021	10 : 18	23,2 °C	77 %
10/06/2021	08 : 45	23,5 °C	77 %
	11 : 00	24 °C	77 %
	14 : 02	23,7 °C	80 %
13/06/2021	09 : 10	23,8 °C	86 %
14/06/2021	08 : 50	23,6 °C	89 %
	12 : 27	23,9 °C	86 %
15/06/2021	11 : 01	23,9 °C	84 %
16/06/2021	08 : 52	23,9 °C	89 %
	10 : 30	24,2 °C	89 %
17/06/2021	09 : 44	24 °C	87 %
La moyenne		21,9 °C	85,5 %

2. La densité mycélienne

La croissance mycélienne a été obtenue en observant et en mesurant le taux de changement de couleur de chaque surface de sac de substrat et le temps de colonisation varie entre 15 et 27 jours selon le substrat.

Tableau 12 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "marc de café"

Les substrats	La durée de colonisation
25% marc de café + 75% paille	15 jours
50% marc de café + 50% paille	17 jours
75% marc de café + 25% paille	22 jours
100% marc de café	27 jours

2.1. Marc de café

La **figure 22** montre la croissance mycélienne sur les différents pourcentages de "Marc de café". Le taux de croissance des mycéliums était plus rapide dans les substrats de 25% et moyen dans les substrats de 50%, alors qu'un faible taux a été observé dans les substrats de 75% et 100%.

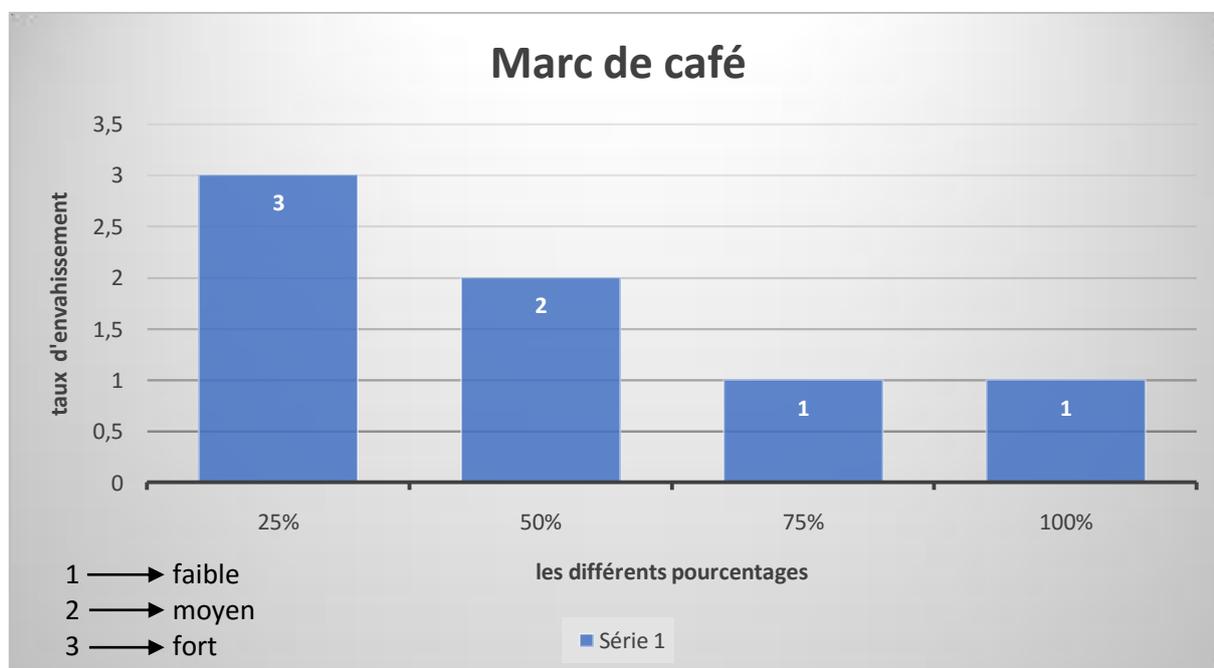


Figure 22 : La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Marc de café".

2.2. Caroube :

La **figure 23** montre que la croissance mycélienne sur les différents pourcentages de "Caroube" était plus rapide dans les substrats de 25% et 50%, alors qu'un faible taux d'envahissement a été observé dans le substrat de 75%.

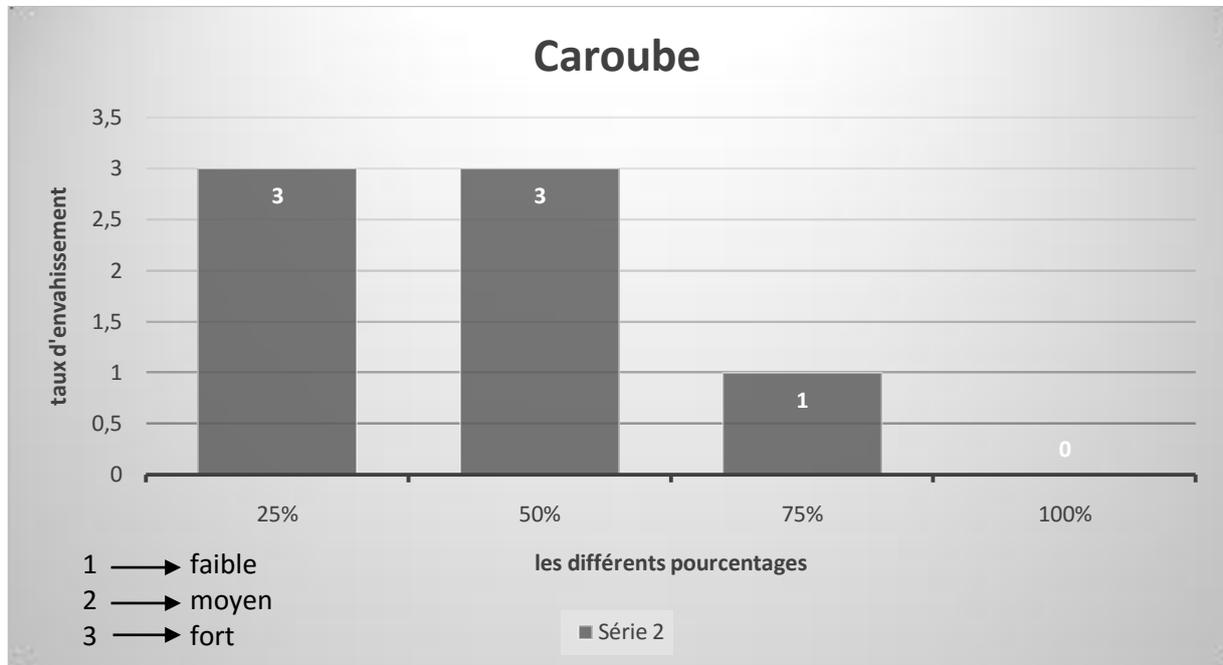


Figure 23 : La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Caroube".

Concernant le substrat 100%, nous avons vu des taches vertes autour de déchet donc c'est une contamination. (**Figure 24**)



Figure 24 : contamination de substrat (100% caroube).

L'analyse de la variance a montré qu'il y avait une différence significative entre les durées de colonisation des différents pourcentages de substrat "Caroube" :

Tableau 13 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "Caroube"

Les substrats	La durée de colonisation
25% caroube + 75% paille	12 jours
50% caroube + 50% paille	15 jours
75% caroube + 25% paille	25 jours
100% caroube	17 jours (contamination)

2.3. Marc de raisin :

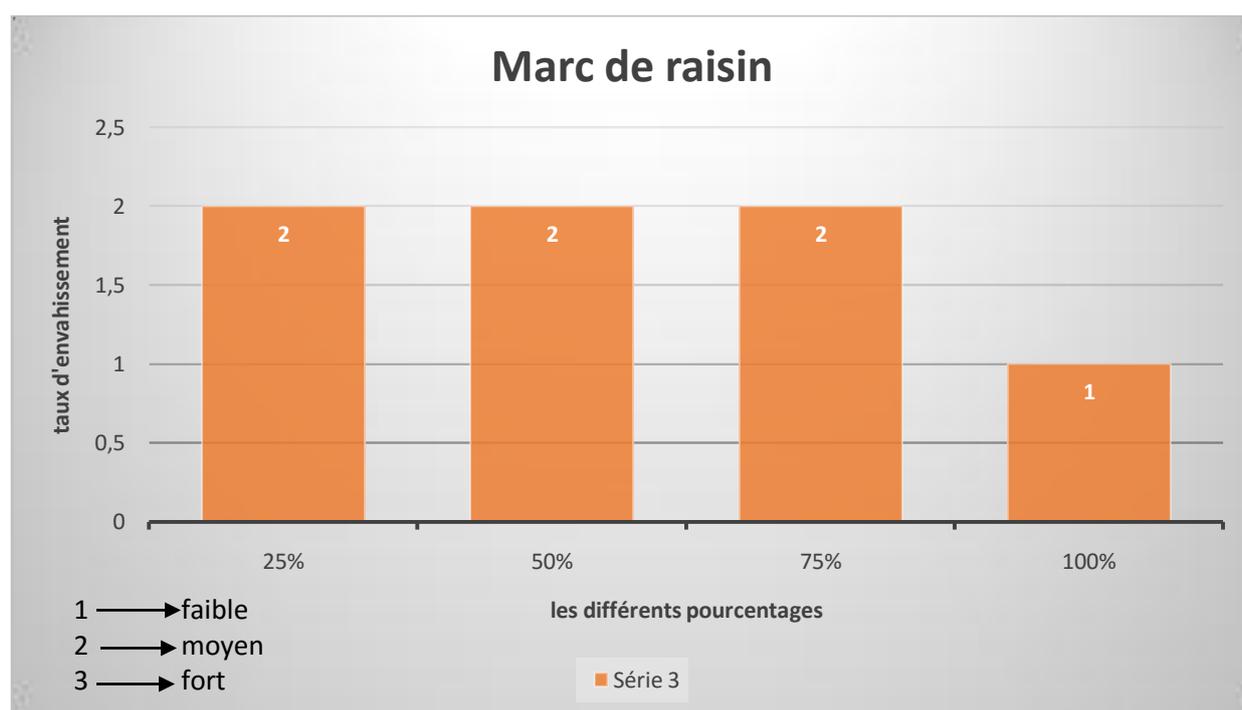


Figure 25 : La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Marc de raisin".

La figure 25 montre la croissance mycélienne sur les différents pourcentages de "Marc de raisin". Le taux de croissance des mycéliums était moyen dans les substrats de 25%, 50% et 75%, alors qu'un faible taux a été observé dans les substrats de 100%.

L'analyse de la variance a montré qu'il y avait une différence significative entre les durées de colonisation des différents pourcentages de substrat "marc de raisin" :

Tableau 14 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "marc de raisin".

Les substrats	La durée de colonisation
25% marc de raisin + 75% paille	19 jours
50% marc de raisin + 50% paille	19 jours
75% marc de raisin + 25% paille	21 jours
100% marc de raisin	27 jours

2.4. Parche de café :

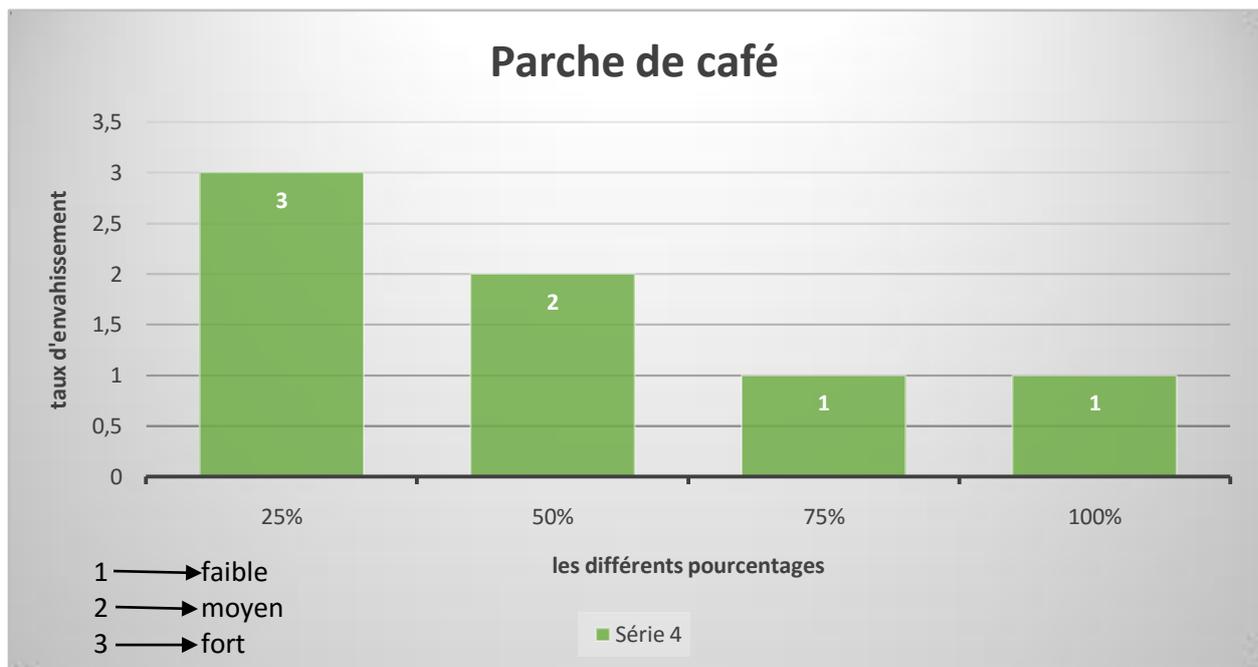


Figure 26 : La densité du mycélium sur les différents pourcentages de "Parche de café".

La figure 26 montre la croissance mycélienne sur les différents pourcentages de "Parche de café". Le taux de croissance des mycéliums était plus rapide dans les substrats de 25% et moyen dans les substrats de 50%, alors qu'un faible taux a été observé dans les substrats de 75% et 100%.

L'analyse de la variance a montré qu'il y avait une différence significative entre les durées de colonisation des différents pourcentages de substrat "Parche de café" :

Tableau 15 : la durée de colonisation des différents pourcentages de substrat "Parche de café".

Les substrats	La durée de colonisation
25% Parche de café + 75% paille	15 jours
50% Parche de café + 50% paille	20 jours
75% Parche de café + 25% paille	23 jours
100% Parche de café	27 jours

2.5. Comparaison entre les substrats :

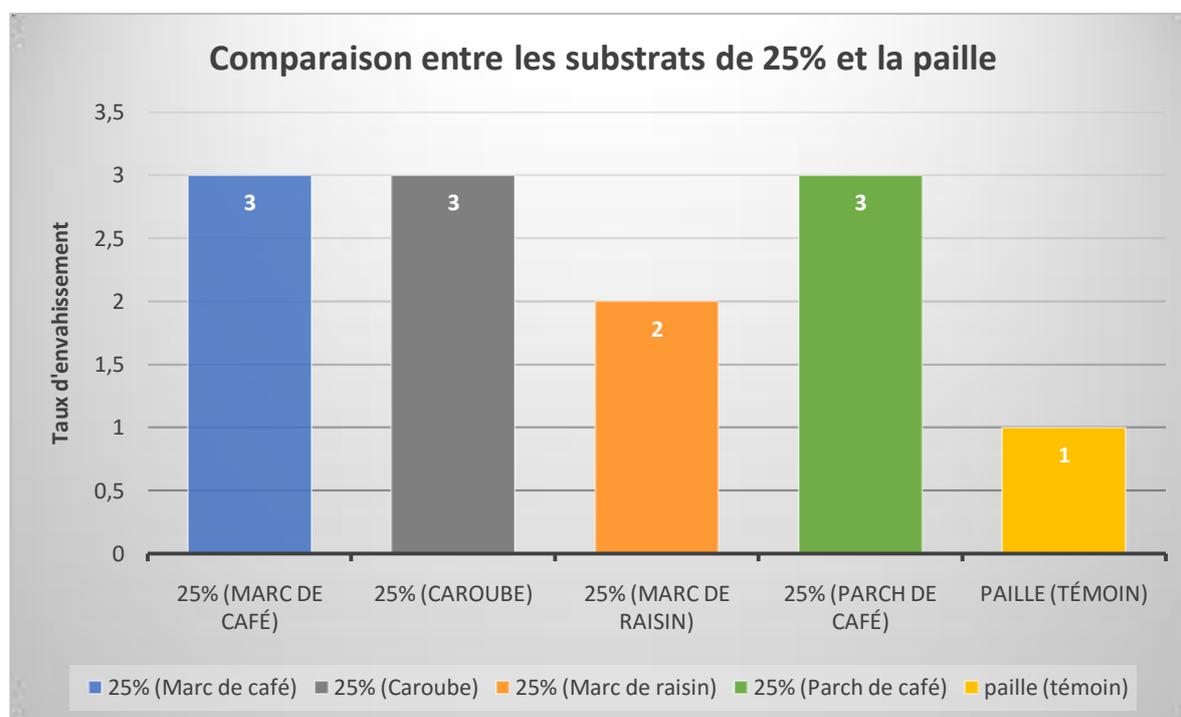


Figure 27 : La densité du mycélium en fonction de 25% des substrats

En début avec les sachets de 25%, on remarque un fort taux d'envahissement pour (Marc de café, Caroube, Parche de café), par rapport au Marc de raisin qui a un taux moyen, et pour notre témoin (100% paille) sa densité dans les sachets est vraiment faible.

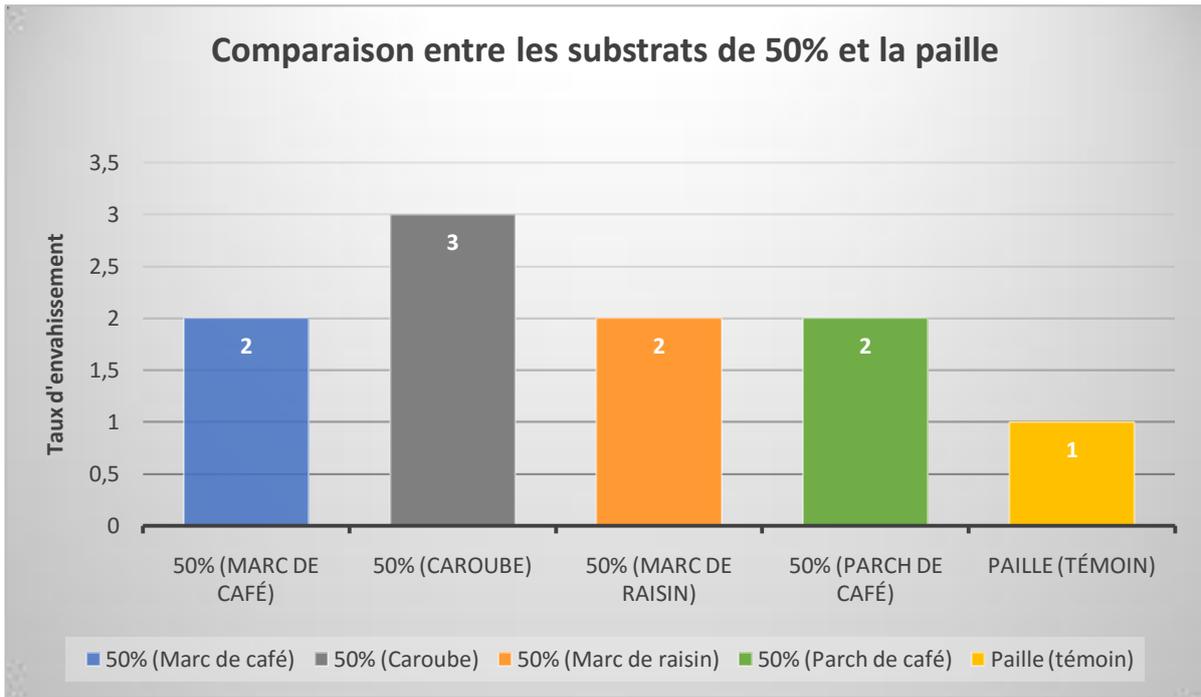


Figure 28 : La densité du mycélium en fonction de 50% des substrats

Maintenant en passe aux substrats de 50%, on distingue que seule la caroube qui a une forte croissance mycélienne, pour les autres (marc de café, marc de raisin, parche de café) on a un moyen taux d'envahissement comparant à la paille elle a toujours le taux le plus faible jusqu'à maintenant.

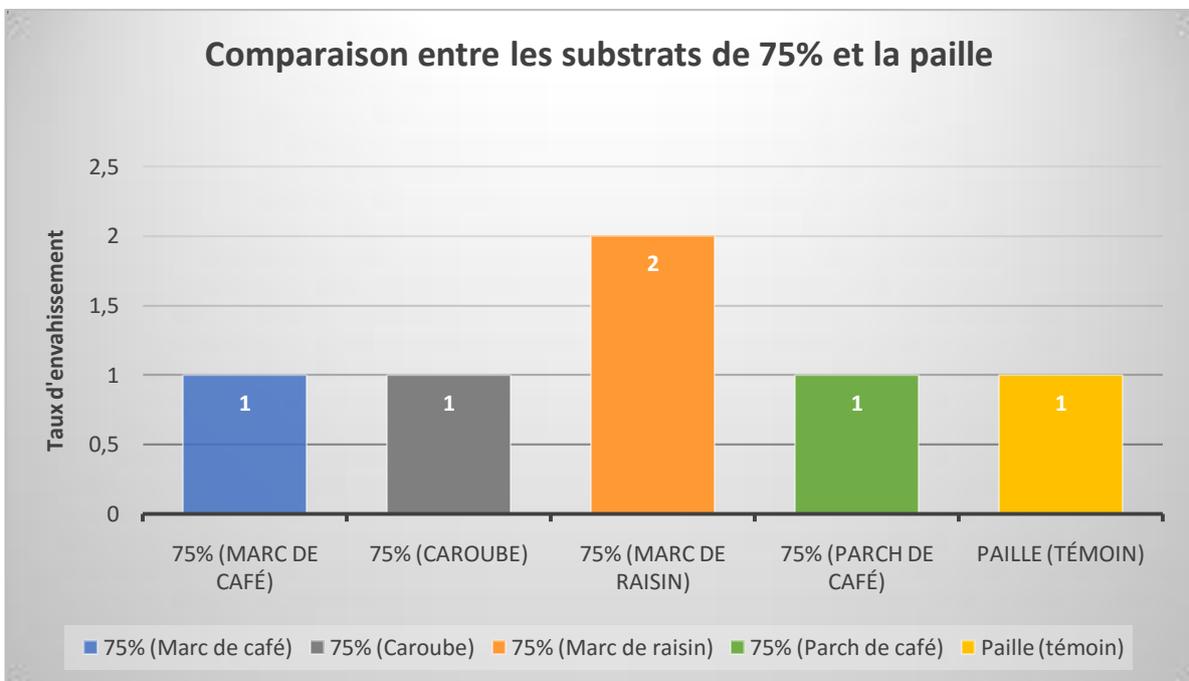


Figure 29 : La densité du mycélium en fonction de 75% des substrats

Pour les 75%, on remarque que seul Marc de raisin qui s'est démarquée part un taux moyen, pour tous les autres substrats (marque de café, caroube, parche de café, paille) on reste sur un faible taux.

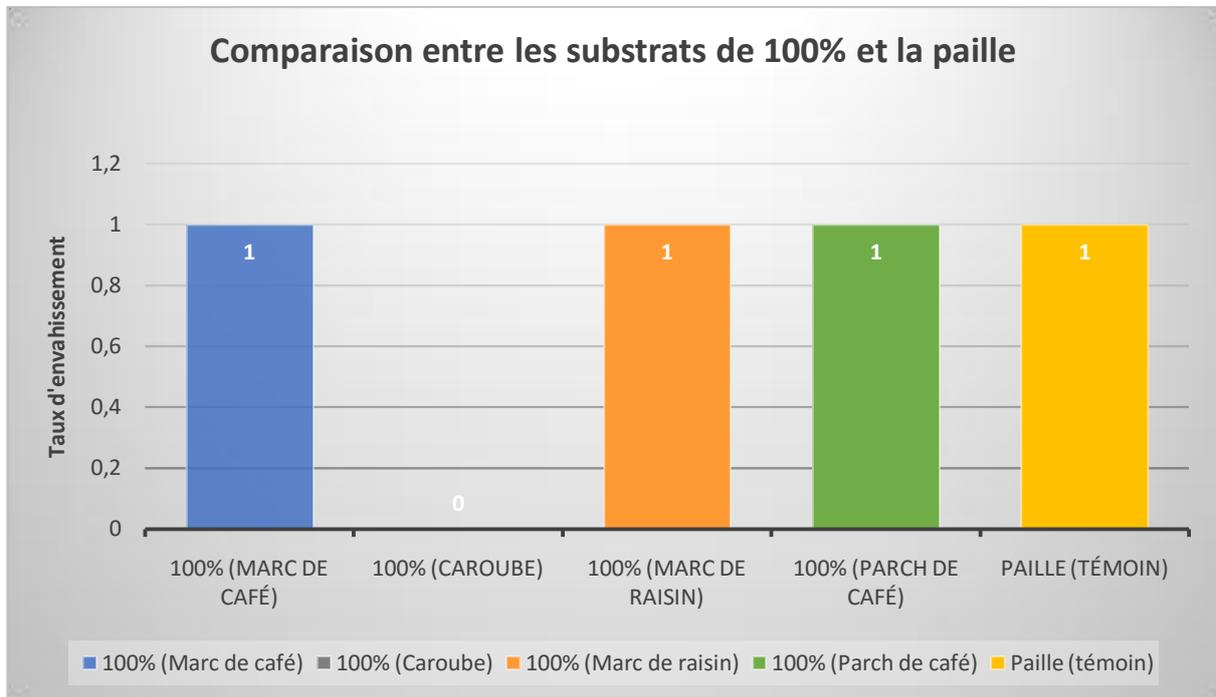


Figure 30 : La densité du mycélium en fonction de 100% des substrats.

Et pour finir les substrats de 100% on tout le même taux de croissance mycélienne qui est faible, sauf pour Caroube qui a été jeté à cause d'une forte contamination déjà cité précédemment (**Figure 24**).



Figure 31 : la densité de mycélium dans le substrat de Caroube (photo originale)

3. Quelques paramètres enregistrés pendant La fructification :

Tableau 16 : Les enregistrements de température et d'humidité pendant la 2eme phase (fructification).

Date	Heure	Température	Humidité
19/06/2021	11 : 00	19,1 °C	65 %
20/06/2021	09 : 10	17,8 °C	55 %
21/06/2021	09 : 10	17,7 °C	66 %
	11 : 30	17,5 °C	69 %
	12 : 33	17,6 °C	71 %
22/06/2021	09 : 05	16,7 °C	68 %
	10 : 50	16,9 °C	78 %
	15 : 05	16,5 °C	75 %
23/06/2021	09 : 08	21 °C	61 %
	14 : 00	16,2 °C	67 %
	15 : 22	16,7 °C	61 %
24/06/2021	09 : 09	16,6 °C	72 %
	13 : 40	16,4 °C	67 %
	14 : 54	16,1 °C	72 %
26/06/2021	10 : 02	22,6 °C	80 %
27/06/2021	09 : 27	18 °C	66 %
	10 : 07	18,2 °C	75 %
	15 : 05	18,4 °C	68 %
28/06/2021	09 : 20	18,1 °C	62 %
29/06/2021	09 : 01	18,9 °C	57 %
01/07/2021	09 : 02	17 °C	76 %
La moyenne		17,8 °C	68,14 %

4. La fructification

Une fois qu'il a colonisé le substrat, le mycélium est en état de produire des fructifications dont le nombre et la qualité dépendront de l'environnement.

Facteurs clés de l'apparition des fructifications :

- Changement de température
- Taux élevé d'humidité
- Manque d'une substance nutritive
- Concentration de CO₂ dans l'air ambiant

- Lumière
- Choc physique

Ces facteurs diffèrent d'un champignon à l'autre.

Après environ 9 jours qu'on a fait passer nos substrats à la deuxième phase (la fructification), qui nécessite une température autour de 17°C et un taux d'humidité élevé, on a observé l'apparition des primordia (**figure 32**).



Figure 32 : l'apparition des primordia dans les substrats de Caroube (**photo originale**)

A l'exception de la parche de café apparition a été observé dans le sixième jour. On constate aussi pendant la même durée il y a des sacs qui sont très mal développés (apparition du vert) c'est une moisissure qu'on appelle le *Trichoderma* qui est très souvent associés à un excès d'humidité dans le substrat.

Pour le cas de Marc et la Parche de café nous doutons que nous sommes précipités pour le déplacement à la deuxième phase (fructification), parce que la plupart des changements qui stimulent la fructification ont un effet négatif sur la croissance végétative du mycélium. Il ne faudra donc les introduire que lorsque le mycélium aura complètement envahi le substrat. Le tableau suivant montre la durée de fructification pour chaque sachet.

Tableau 17 : Date de la première apparition des primordiaux sur chaque sachet.

Les substrats	%	N°	2eme phase (Fructification)	Durée /j	1 ^{er} Primordia	
Caroube	25	1	17/06/2021	9	27/06/2021	
		2	17/06/2021	9	27/06/2021	
		3	17/06/2021		X	
		4	17/06/2021	9	27/06/2021	
		5	17/06/2021	9	27/06/2021	
	50	1	17/06/2021	9	27/06/2021	
		2	17/06/2021		X	
		3	17/06/2021	12	30/06/2021	
		4	17/06/2021	9	27/06/2021	
		5	17/06/2021	12	30/06/2021	
	75	1	17/06/2021	14	02/07/2021	
		2	20/06/2021		X	
		3	20/06/2021		X	
		4	20/06/2021	15	03/07/2021	
		5	20/06/2021		X	
	100	1	X		X	
		2	X		X	
		3	X		X	
		4	X		X	
		5	X		X	
	Marc de raisin	25	1	17/06/2021		X
			2	17/06/2021	9	27/06/2021
			3	17/06/2021	9	27/06/2021
			4	17/06/2021	10	28/06/2021
			5	20/06/2021		X
50		1	17/06/2021	12	30/06/2021	
		2	17/06/2021		X	
		3	17/06/2021		X	
		4	17/06/2021		X	
		5	17/06/2021	9	27/06/2021	
75		1	17/06/2021	12	30/06/2021	
		2	17/06/2021		X	
		3	17/06/2021	10	28/06/2021	
		4	17/06/2021		X	
		5	17/06/2021	9	27/06/2021	
100		1	17/06/2021		X	
		2	20/06/2021		X	
		3	20/06/2021		X	
		4	20/06/2021		X	
		5	20/06/2021		X	

Discussions

La variation du temps de colonisation a été fonction de différents substrats, dont la plus grande vitesse est observée chez la caroube (25% caroube + 75% paille) et le Marc de café (25% marc de café + 75% paille) par rapport au Marc de raisin et Parch de café. Cette performance serait liée aux conditions favorables dans le substrat (l'humidité et la température), qui jouent un rôle prépondérant dans la multiplication mycélienne (**Jandaik et Goyal, 1995**). Ces résultats avoisinent ceux trouvés par (**AMANI et al., 2019**), sur l'essai de l'effet des déchets agricoles sur la phénologie et le rendement de deux souches de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.Fr.) Kummer (*Fungi, Basidiomycotina*), qui trouvèrent le temps de colonisation des substrats varie entre 27 et 32 jours et que cette vitesse est aussi fonction de la densité du substrat qui favorise la respiration mycélienne. D'une façon générale, la vitesse de croissance mycélienne sur substrat est fonction de sa composition chimique et de la façon dont celui-ci a été aéré pour permettre le développement du mycélium.

La durée de fructification est influencée par la composition chimique de substrat et l'aération pour obtenir une bonne capacité de maintien de l'humidité. Selon (**Ahmed et al., 2013**), les pleurotes poussent à des températures situées entre 20 et 30°C avec un taux d'humidité de 55 à 70% sur divers déchets agricoles et que l'eau peut avoir un impact sur la phénologie de la fructification des Pleurotes. Ces résultats avoisinent ceux trouvés par (**Tahir et Benali, 2019**), sur l'essai de l'effet de l'addition des résidus du café dans la culture de *pleurotusostreatus*, qui trouvèrent la culture du champignon *Pleurotusostreatus* a duré en moyenne 60 jours environ dont 27 à 30 jours pour l'incubation du mycélium dans les substrats lignocellulosiques.

*Conclusion
Et
Perspectives*

L'étude a été réalisée au niveau du laboratoire microbiologie et la salle de culture a université de Tlemcen, en se concentrant sur la production de pleurotes sur divers substrats solides celluloseux issus de différents déchets agroalimentaires. D'après les résultats obtenus on peut conclure que l'envahissement du mycélium sur les différents substrats et concentration a donné une forte densité et une courte durée d'envahissement sur tous les substrats (marc et parche de café, marc de raisin, caroube) de 25% et un peu moins sur les 50%. On conclut que le temps de colonisation des substrats varie entre 17 et 30 jours et que la vitesse de croissance mycélienne sur substrat est fonction de sa composition chimique et de la façon dont celui-ci a été aéré pour permettre le développement du mycélium.

Par ailleurs les résultats obtenus dans l'étape de la fructification des pleurotes est rapide sur caroube et marc de raisin,

Et à partir de là, nous concluons que la fructification est influencée par la composition chimique de substrat et l'aération pour obtenir une bonne capacité de maintien de l'humidité, et que les pleurotes poussent à des températures situées entre 15 et 20°C avec un taux d'humidité de 80 à 95% sur divers substrats lignocelluloseux.

Pour finir, plusieurs perspectives sont préconisées pour bien avancer dans le domaine de la culture des champignons comestibles, commençant par l'amélioration des conditions de préparation et de fructification, refaire l'expérience sur d'autre type de champignons comestible, analyser les fruits produits sur le plant nutritionnelle.

Résumé

Résumé

Le *Pleurotus ostreatus* est parmi les champignons les plus consommés et commercialisés dans le monde.

Ce travail qui a été réalisé dans la chambre de culture après des modifications nécessaires pour avoir des bonnes conditions pour préparer d'inoculum à base de déchet agro-alimentaire (Marc de café et de raisin, Parche de café, poudre de caroube et de la paille de blé comme témoin), de différents pourcentages (25,50,75 et 100%) en complétant avec de la paille, Par ailleurs un accompagnement a été respecté tout le long des deux phases (envahissement, fructification).

Les résultats observés ont montré que la composition et le dosage des substrats ont un impact sur la densité du mycélium, une forte densité pour la majorité des substrats de 25%, et une différence dans la durée l'envahissement, et cela a une répercussion sur la durée et le rendement de la fructification.

Abstract

The *Pleurotus ostreatus* is one of the most consumed and commercialized mushrooms in the world.

This work was carried out in the cultivation chamber after the necessary modifications to have good conditions to prepare inoculum based on agri-food waste (coffee and grape pomace, coffee parchment, carob powder and wheat straw as a control), of different percentages (25, 50, 75 and 100%) supplementing with straw. In addition, an accompaniment was respected throughout the two phases (invasion, fructification).

The observed results showed that the composition and the dosage of the substrates have an impact on the density of the mycelium, a high density for the majority of the substrates of 25%, and a difference in the duration of the invasion, and this has a repercussion on the duration and the yield of the fructification.

ملخص

البليوروتس أوتريتوس هو واحد من أكثر الفطر استهلاكاً وتسويقاً في العالم. وقد نفذ هذا العمل في غرفة الزراعة بعد إجراء التعديلات اللازمة لتهيئة ظروف جيدة لإعداد الأنسجة استناداً إلى نفايات الأغذية الزراعية (البن ورمال العنب، ورقاق البن، وبودرة الخروب، وقش القمح كضبط)، بنسب مئوية مختلفة (25, 50, 75 و 100 في المائة) مكتملة بالقش. وبالإضافة إلى ذلك، جرى إحترام المرافقة طوال المرحلتين (الغزو وإثمار). أظهرت النتائج التي تم ملاحظتها أن تكوين وجرعة الطبقات التحتية لها تأثير على كثافة الميسليوم، كثافة عالية لغالبية الطبقات التحتية بنسبة 25٪، واختلاف في مدة الغزو، وهذا له تبعات على مدة وناتج الإثمار.

*Référence
Bibliographique*

A

Abu Barkat Md Gulzar, Udaya Kumar Vandana, Prosenjit Paul and Pranab B. Mazumder (2020). The Role of Mushrooms in Biodegradation and Decolorization of Dyes, An Introduction to Mushroom, **Ajit Kumar Passari and Sergio Sánchez, IntechOpen**

Ahmed, M., Abdullah, N., Ahmed, K. U., & Bhuyan, M. H. M. (2013). Yield and nutritional composition of oyster mushroom strains newly introduced in Bangladesh. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **48(2)**, 197-202.

Alan Davidson, Tom Jaine (2014). Oyster mushroom; In: The Oxford Companion to Food (3rd Ed.). Oxford University Press

AMANI, G., CUBAKA, A., BAGUMA, G., IRENGE, E., CASINGA, C., & CIRIMWAMI, L. (2019). Effet des déchets agricoles sur la phénologie et le rendement de deux souches de *Pleurotostreatus* (Jacq. Fr.) Kummer (Fungi, Basidiomycotina). *Afrique SCIENCE*, **15(6)**, 276-285.

ARZANI Karima, BOUSSIOUD Chérifa (2018) La multiplication de *Pleurotostreatus* sur différents substrats cellulosiques issus de déchets agro-alimentaire, **Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.**

B

Baysal, E. (2003). Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. *Bioresource Technology*, **89(1)**, 95–97.

Bekalo, S. A., & Reinhardt, H. W. (2010). Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard. *Materials and structures*, **43(8)**, 1049-1060.

Belitz, H. -D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food chemistry (4th ed.). Heidelberg: Springer (Chapter 21).

Beltran-Garcia, Miguel J.; Estarron-Espinosa, Mirna; Ogura, Tetsuya (1997). "Volatile Compounds Secreted by the Oyster Mushroom (*Pleurotostreatus*) and Their Antibacterial Activities". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **45 (10)**

Benamar, M. (2016). Valorisation de résidus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestibles du genre *pleurotus* (Doctoral dissertation). 55p

Bengoechea, C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Millán, F., Guerrero, A., & Puppo, M. C. (2008). Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L.) germ proteins. *Food chemistry*, **107(2)**, 675-683.

Benítez, V., Rebollo-Hernanz, M., Aguilera, Y., Bejerano, S., Cañas, S., & Martín-Cabrejas, M. A. Extruded coffee parchment shows enhanced antioxidant, hypoglycaemic, and hypolipidemic properties by releasing phenolic compounds from the fibre matrix. **Food & Function**.

Blandeau E. 2012. Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie: Département de pharmacie d'Anger.

C

- C.J. Alexopoulos, C.W. Mims, M. Blackwell. 1996.** Introductory Mycology, 4th edn., Wiley, New York.
- Chang, S. T. 2008.** Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. **In: Mushrooms as Functional Foods** (ed. P.C.K. Cheung), pp. 1–33. Hoboken, NJ: Wiley.
- Chang, S. T., & Buswell, J. A. (1996).** Mushroom nutraceuticals. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, 12(5), 473–476.
- Chang, S.T. and Miles, P.G. 2004.** Volvariella – A high temperature cultivated mushroom. In MUSHROOM – Cultivation, Nutritional Value, Medical Effect and Environmental Impact (Chang, ST and Miles PG, Eds.) pp 277-304, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Chang, Shu-Ting; Phillip G. Miles (1989).** Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and Environmental Impact. **CRC Press. pp. 4–6. ISBN 978-0-8493-1043-0.**
- Cheung, P. C. (Ed.). (2008).** Mushrooms as functional foods. **John Wiley & Sons.**
- Chira, K., Suh, J. H., Saucier, C., & Teissèdre, P. L. (2008).** Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6(2), 75-82.)
- Coelho, M. A., Bakkeren, G., Sun, S., Hood, M. E., & Giraud, T. (2017).** Fungal sex: the Basidiomycota. *The fungal kingdom*, 147-175

D

- D.L. Hawksworth, A.Y. Rossman.(1997).** Where are all the undescribed fungic,Phytopathol. 87 (1997) 888–891.
- Dakia, P. A., Wathelet, B., and Paquot, M. (2007).** Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia Siliqua* L.).*Food Chemistry*, 102, 1368 – 1374
- Dedovic, N., Igetic, S., Janic, T., Matic-Kekic, S., Ponjican, O., Tomic, M., & Savin, L. (2012).** Efficiency of Small Scale Manually Fed Boilers —Mathematical Models. *Energies*, 5(5), 1470–1489.
- Deepalakshmi, K., & Sankaran, M. (2014).** *pleurotusostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. **Journal of Biochemical Technology**, 5(2), 718-726.
- Doyle, C. J., Mason, V. C., & Baker, R. D. (1988).** Straw disposal and utilization: An economic evaluation of the alternative end-uses for wheat straw in the UK. **Biological wastes**, 23(1), 39-56.

E

- Eger, G., Eden, G. & Wissig, E. (1976).** *Pleurotusostreatus* – breeding potential of a new cultivated mushroom. **Theoretical and Applied Genetics** 47: 155–163.

F

- Fadel, H. H., Mageed, M. A. A., Samad, A. K. M. A., & Lotfy, S. N. (2006).** Cocoa substitute: Evaluation of sensory qualities and flavour stability. **European Food Research and Technology**, 223(1), 125-131.

G

Gambier, F. (2014). Valorisation des marcs de raisins épuisés : vers un procédé d'extraction de tannins condensés à grande échelle pour la production d'adhésifs pour panneaux de particules (**Doctoral dissertation, Université de Lorraine**).

Gévry M-F., Simard D., Roy G., (2009). Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. **Bibliothèque et Archives, Canada, p67.**

Guo, T., Horvath, C., Chen, L., Chen, J., & Zheng, B. (2020). Understanding the nutrient composition and nutritional functions of highland barley (Qingke): A review. **Trends in Food Science & Technology.**

H

Haddarah, A. (2013). L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise (**Thèse de l'Université de Lorraine, Nancy, France**).

Hassen S, Mohammad AY, Kiramat K. (2011), Cultivation of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Jacq) P. Kumm) in two different agro-ecological Zone of Pakistan. **Afr J Biotechnol 10:183-188**

J

James TY; et al. (2006). "Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny". **Nature. 443 (7113): 818–22.**

Jandaik, C.L. et S.P. Goyal (1995), Farm and farming of oyster mushroom (*Pleurotus sp.*). In : Singh R.P. et H.S. Chaube, **editors. Mushroom Production Technology. G. B. Pant Univ. Agril. And Tech., Pantnagar India, 72-78 p..**

Johnson, NC; Graham, JH; Smith, FA (1997). "Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism–parasitism continuum". **New Phytologist. 135 (4)**

K

Khan, T. S., & Mubeen, U. (2012). Wheat straw: A pragmatic overview. **Curr. Res. J. Biol. Sci, 4(6), 673-675.**

Klorane, I., (2010). Découvre le monde des champignons. **l'Institut Klorane**

Kumar, K. (2015). Role of edible mushrooms as functional foods—a review. **South Asian Journal of Food Technology and Environment, 1(3&4), 211-218.**

L

Lacampagne, S. (2010). Localisation et caractérisation des tannins dans la pellicule du raisin: impact de l'organisation physico-chimique des parois cellulaires sur la composante tannique, la qualité du fruit et la typicité des raisins de Bordeaux (**Doctoral dissertation, Université de Bordeaux Ségalen (Bordeaux 2)**).

LAURENT, C., LABROSSE, J., BAJARD, J., VINCENT, R., SupAgro, T. M., MENUT, P., ... & ZEBIC, O. Etude préalable à l'amélioration de la valorisation des pépins et des pulpes produits par la distillerie de la coopérative La Cavale.

Lelly, J., (1987). Edible mushrooms as a weapon against starvation, **Mushroom J.**, p 173.

Liu K., Price G.W. (2011), Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds, **Bioresource Technology.** **102.** 7966–7974

Lutzoni F; et al. (2004). "Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits". **American Journal of Botany.** **91 (10)**

M

MacCanna, Cathal. Commercial mushroom production. **An Foras Taluntais, (1984).**

Maria Valderez Ponte Rocha, Leonardo José Brandão Lima de Matos, Larissa Pinto de Lima, Pablo Marciano da Silva Figueiredo, Izabelly Larissa Lucena, Fabiano André Narciso Fernandes, Luciana Rocha Barros Gonçalves. Ultrasound-assisted production of biodiesel and ethanol from spent coffee ground, **Bioresource Technology, Vol. 167, pages 343– 348, (2014)**

Mattila P, Suonpää K, Piironen V (2000). "Functional properties of edible mushrooms". **Nutrition.** **16 (7–8)**

Min-Suk Kim, Hyun-Gi Min ,Namin Koo, Jeongsik Park , SangHwan Lee , Gwan-In Bak , JeongGyu Kim. The effectiveness of spent coffee grounds and its biochar on the amelioration of heavy metals-contaminated water and soil using chemical and biological assessments. **Journal of Environmental Management, 146 (2014) 124–30.**

Mowsurni, F. R., & Chowdhury, M. B. K. (2010). Oyster mushroom: Biochemical and medicinal prospects. **Bangladesh Journal of Medical Biochemistry, 3(1), 23-28.**

P

Phillips, Roger (2006), Mushrooms. **Pub. McMilan, P. 266) (Alan Davidson, Tom Jaine (2014).** Oyster mushroom; In: **The Oxford Companion to Food (3rd Ed.). Oxford UniversityPress.**

Pierron, J. C. (2017). L'huile de pépins de raisin en France et dans le monde. **OCL, 24(5), D502.)**

Q

Quelal-Vásconez, M. A., Pérez-Esteve, É., Arnau-Bonachera, A., Barat, J. M., & Talens, P. (2018). Rapid fraud detection of cocoa powder with carob flour using near infrared spectroscopy. **Food Control, 92, 183-189.**

R

Rivera-Mariani, F.E.; Bolaños-Rosero, B. (2011). "Allergenicity of airborne basidiospores and ascospores: need for further studies". **Aerobiologia.** **28 (2)**

Royse, D.J. (2004). Specialty mushrooms. In: Mushroom Fact Sheet, Mushroom Spawn Laboratory, Penn State University, Pennsylvania.

S

Sain, M., & Panthapulakkal, S. (2006). Bioprocess preparation of wheat straw fibers and their characterization. **Industrial Crops and Products**, 23(1), 1–8.

Scatolino, M. V., Costa, A. D. O., Guimarães Júnior, J. B., Protásio, T. D. P., Mendes, R. F., & Mendes, L. M. (2017). Eucalyptus wood and coffee parchment for particleboard production: physical and mechanical properties. **Ciência e Agrotecnologia**, 41(2), 139-146.

Sharma Kratika, December (2018), Mushroom: Cultivation and Processing. **International Journal of Food Processing Technology V5(I2):9-12.**

T

T.D. Bruns, R. Vilgalys, S.M. Barns, D. Gonzalez, D.S. Hibbett, D.J. Lane, L. Simon, T.M. Szaro, W.G. Wesburg, M.L. Sogin. (1992). Evolutionary relationships within the fungi: Analyses of nuclear small subunit rRNA sequences, **Mol. Phylogen. Evol.**

Tableau Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. **Food and bioprocess technology**, 7(12), 3493-3503.

Tahir Fatima Zohra, Benali Souad, (2019). Effet de l'addition des résidus du café dans la culture de *Pleurotus ostreatus*. **Univesité Abou Bekr Belkaid Tlemcen**

Toshimitsu Tokimoto, Naohito Kawasaki, Takeo Nakamura, Jyunichi Akutagawa, Seiki Tanada, (2005), Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass, **Journal of Colloid and Interface Science**, Vol. 281, pages 56–61, 2005

W

Wolter, R. ; Valette, J. P. ; Durix, A. ; Letourneau, J. C. ; Carcelen, M., (1982). Digestibilité comparée de quatre céréales (avoine, orge, maïs, blé). **Ann. Zootech.**, 31: 445-458

Wolter, R., Durix, A., Letourneau, J. C., Carcelen, M., Bruny, A., & Villard, A. (1980). Evaluation chez le poney de la digestibilité des pellicules de soja, du marc de pommes, des caroubes et du tourteau de pépins de raisins. **In Annales de zootechnie (Vol. 29, No. 4, pp. 377-385).**

Y

Youssef, M. K. E., El-Manfaloty, M. M., & Ali, H. M. (2013). Assessment of proximate chemical composition, nutritional status, fatty acid composition and phenolic compounds of carob (*Ceratonia siliqua* L.). **Food and Public Health**, 3(6), 304-308.

Site web:

Site web 1 : [deff6a3562_95672_02-1358.jpg \(1024×533\) \(futura-sciences.com\) \(Publié le 04/10/2018\)](#)

Site web 2 : [LES THALLOPHYTES \(Les champignons\) ~ ecologie environnement](#)

Site web 3 : [Pleurote en huitre, pleurotusostreatus, oystermushroom \(champignonscomestibles.com\)](#)

Site web 4 : [Schéma champignon.jpg \(945×512\) \(wikimedia.org\)](#) 23 septembre 2009, 13:33 (UTC)

Site web 5 : [https://www.techniquesdelevage.fr/article-quelles-sont-les-differences-entre-un-foin-et-une-paille-110355181.html](#)