

République Algérienne Démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة ابو بكر بلقايد-تلمسان
Université ABOUBERK BELKAID – TLEMCEM
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de biologie



MÉMOIRE

Présenté par

HAMADOUCHE Aymen & LACHACHI Abdelwahab

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER

En Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème :

**Valorisation de champignon et élaboration
de produits**

Soutenu le 20/06/2023, devant le jury composé de :

Président	Mme MEZIANE Radjae	MCA	Université de Tlemcen
Examinateur	Mme GHANEMI Fatima Zohra	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	Mme ABI-AYAD Fatima Zahra	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude à Dieu le Tout-Puissant, qui nous a gardés en bonne santé et nous a accordé la force et la patience nécessaires pour mener à bien cette étude.

Nous exprimons notre profonde gratitude envers les membres du jury qui ont joué un rôle essentiel dans l'aboutissement de ce travail. En particulier, nous souhaitons adresser nos vifs remerciements à Mme Meziane Radjaa de l'université de Tlemcen, faculté SNV-STU, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider notre jury. Sa présence et son expertise ont grandement enrichi notre expérience.

Nous tenons également à remercier sincèrement Mme Ghanemi Fatima Zahra de l'université de Tlemcen, faculté SNV-STU, pour avoir accepté d'examiner attentivement notre travail. Nous sommes profondément reconnaissants de son temps précieux et de son engagement envers notre projet.

Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement notre encadrant, Mme Abi-Ayad Fatima Zohra, de l'université de Tlemcen, faculté SNV-STU, pour son soutien inestimable et sa supervision attentive tout au long de notre mémoire. Nous sommes reconnaissants envers notre responsable de Master, Mme Ghanemi Fatima Zahra, de l'université de Tlemcen, faculté SNV-STU, pour ses efforts soutenus et son dévouement au cours de ces deux années. Nos remerciements s'étendent également à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail. Votre patience, votre bienveillance et votre soutien ont été d'une valeur inestimable pour nous.

Dédicace

Je tiens à exprimer ma gratitude envers Dieu, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail. Je dédie humblement ce modeste travail.

À mes estimés parents, je suis profondément reconnaissant de l'amour dont vous m'avez entouré et de tout ce que vous avez fait pour moi. À ma mère, qui a toujours été à mes côtés et m'a soutenu durant les moments les plus difficiles de mes études, je suis reconnaissant pour sa tendresse infinie et pour l'éducation qu'elle m'a prodiguée. À mon cher père, qui s'est sacrifié pour moi et m'a toujours apporté son aide, son écoute et son soutien tout au long de mes années d'études.

À mes chers frères Mohammed et Yacine, ainsi qu'à ma très chère sœur Hidayet, que Dieu les protège, je dédie également ce travail. Je souhaite leur exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude pour leur présence constante dans ma vie.

Je souhaite également dédier ce travail à toute ma famille et à mes amis, qui ont été une source inestimable de soutien et d'encouragement tout au long de ce parcours.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon cher ami, LACHACHI Abdelwahab, qui a été bien plus qu'un simple binôme. Sa patience pendant ce travail et les moments agréables que nous avons partagés resteront à jamais gravés dans ma mémoire.

Je n'oublie pas non plus toutes les personnes que je n'ai pas mentionnées ici, mais qui ont joué un rôle important dans travail.

Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression sincère de ma gratitude et de mon respect.

Aymen

Dédicace

Je dédie humblement ce travail à mes estimés parents pour leur amour inconditionnel, leurs encouragements et leurs précieux conseils tout au long de mes années d'études.

Je suis reconnaissant envers mes frères Bachir et Othman, ainsi qu'envers mes sœurs Fayza et Bouchra, pour leur précieux soutien, leur présence et leurs encouragements.

Je leur dédie ce message avec une profonde gratitude et un amour sincère.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers mon cher ami et binôme HAMADOUCHE AYMEN. Les moments que nous avons partagés resteront gravés dans ma mémoire, créant des souvenirs qui dureront toute une vie.

Enfin, je remercie ma famille et tous mes amis pour leur soutien constant.

ABDELWAHAB

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction 1

Revue de la Littérature

Chapitre I : Coproduits alimentaires et agricoles

1	La sciure de bois.....	5
1.1	Composition chimique.....	5
1.2	Valorisation de la sciure de bois.....	6
2	Le marc de café.....	6
2.1	Composition chimique du marc de café.....	6
2.2	Valorisation du marc de café.....	7
3	Le grignon d'Olive.....	8
3.1	Composition chimique du grignon d'Olive.....	8
3.2	Valorisation du grignon d'Olive.....	9
4	La paille de blé.....	10
4.1	Composition chimique de la paille de blé.....	10
4.2	Valorisation de la paille de blé.....	10

Chapitre II : Pleurotus Eryngii

1	Définition.....	14
2	Descriptions.....	15
2.1	Chapeau.....	15
2.2	Lame.....	16
2.3	Le stipe.....	16
3	Biologie.....	16
3.1	Le cycle de vie de Pleurotus eryngii.....	16
4	Classification.....	19
5	Nomenclature.....	19
6	Propriétés médicinales.....	19
7	Valeur nutritive.....	20
8	Composition.....	20
9	Le mycélium.....	21
9.1	Préparation du mycélium.....	22
9.2	Mycélium sur céréales.....	23

Chapitre 3 : Traitement après récolte des Pleurotus eryngii

1	La récolte.....	25
2	Conditionnement et conservation des pleurotus.....	25
3	Emballage.....	27

Matériels et méthodes

1	Matériel utilisé.....	30
1.1	Matériel biologique.....	30
1.1.1	Mycélium.....	30

1.2	Substrats utilisés	30
1.2.1	Paille de blé	31
1.2.2	Sciure de bois	31
1.2.3	Grignon d'olive	32
1.2.4	Marc de café	32
2	Méthode d'étude	33
2.1	Préparation du lieu de travail	33
2.2	Préparation des sacs de culture	35
2.2.1	Pasteurisation et humidification des substrats	35
2.2.2	égouttage des substrats	36
2.2.3	Pesage et remplissage des substrats.....	36
2.2.4	Stérilisation.....	37
2.2.5	Inoculation.....	37
2.2.6	Incubation.....	38
2.2.7	Fructification	39

Résultats et discussions

	Résultat.....	42
1	Envahissement du mycélium.....	42
1.1	Les Substrats simple	42
1.1.1	Paille de blé	42
1.1.2	La sciure de bois.....	43
1.1.3	Grignons d'olive.....	44
	Absence du développement de mycélium pour les grignons d'olive.....	44
1.1.4	Marc du café.....	44
	Absence du développement de mycélium pour le marc du café.....	44
1.2	Les substrats complexes	45
1.2.1	La paille de blé + Marc du café.....	45
1.2.2	La paille de blé + grignons d'olive.....	46
2	Fructification.....	47
2.1	Paille de blé.....	47
2.2	Sciure de bois.....	48
3	Questionnaire champignons frais pleurote eryngii version électronique.....	50
	Discussion	62
	Conclusion générale	65
	Références Bibliographiques.....	67

Liste des figures

Figure 1: Différentes espèces de champignon comestible	13
Figure 2: Pleurote de Panicaut.....	15
Figure 3: Pleurotus eryngii	15
Figure 4: Cycle de vie de pleurotus en milieu naturel.....	18
Figure 5: Cycle de vie de pleurotus au blanc	18
Figure 6: Composition nutritionnelle P. eryngii.....	21
Figure 7: Etapes de préparation du blanc	23
Figure 8: Mycélium de <i>Pleurotus eryngii</i>	30
Figure 9 : Paille de blé	31
Figure 10 : Sciure de bois	32
Figure 11 : Grignons d'olive.....	32
Figure 12 : Marc de café.....	33
Figure 13 : Etapes de préparation de la chambre de culture.....	34
Figure 14: Ebullition des substrats	36
Figure 15: Egouttage des substrats	36
Figure 16: Pesage et remplissage des substrats	37
Figure 17: Stérilisation des substrats.....	37
Figure 18: Inoculation de mycélium dans les sacs des substrats.....	38
Figure 19: Incubation des sacs dans la chambre de culture.....	39
Figure 20: Taux d'envahissement du mycélium dans le substrat de la paille blé.....	42
Figure 22: Taux d'envahissement de mycélium dans le substrat de la sciure de bois.....	43
Figure 21: Développement du mycélium dans les sacs de la paille de blé.....	43
Figure 23: Développement du mycélium dans les sacs de la sciure de bois	44
Figure 24 : Sac de culture des grignons d'olive	44
Figure 25: Sac de culture de marc de café.....	45
Figure 26: : Taux d'envahissement du mycélium dans le substrat complexe (Paille de blé + Marc de café).....	45
Figure 27: Développement du mycélium dans les sacs de Paille de blé + Marc du café.....	46
Figure 28 : Taux d'envahissement du mycélium dans le substrat complexe (Paille de blé + Grignons d'olive)	46
Figure 29 : développement du mycélium dans les sacs de Paille de blé + grignons d'olive...	47
Figure 30 : le développement de champignons dans la phase de fructification dans la paille de blé.....	48
Figure 31 : le développement de champignons dans la phase de fructification dans la sciure de bois.	49
Figure 32 : Le nombre de personnes selon le sexe.....	55
Figure 33 : Le pourcentage de la population selon l'âge.....	55
Figure 34 : Pourcentage de la population qui connaît le champignon frais et en conserve.....	56
Figure 35 : Nombre de participants en pourcentage qui aiment le champignon frais.	56
Figure 36 : Nombre de participants par rapport à la consommation des champignons frais...	57
Figure 37 : Nombre de participants dont le champignon fait partie dans leur régime alimentaire.....	57

Figure 38 : Taux de préférence des participants en termes de saveur.	58
Figure 39 : Taux de préférence des participants par rapport aux champignons.	58
Figure 40 : Préférence des participants a la consommation des champignons séchés.	59
Figure 41 : Raison de consommation des champignons frais.	59
Figure 42 : Taux de participants qui consomme le champignons frais Pleurotus eryngii.	60
Figure 43 : taux de participants qui savent que pleurotus eryngii est riche en protéine.	60
Figure 44 : Taux de participants qui sont pour ou contre la culture de pleurote eryngii a partir des déchets alimentaire.	61
Figure 45 : Taux de participants pour la valorisation des déchets alimentaire dans notre pays.	61

Liste des tableaux

Tableau 1: Les principaux composants chimiques du marc de café	7
Tableau 2: Principaux composition chimique de grignon d'Olive brut	9
Tableau 3: Composition chimique de la paille de blé	10
Tableau 4 : Comparaison du développement des champignons dans les différents substrats de la paille de blé et de la sciure de bois.	49

Résumé :

L'Algérie est un pays qui dispose d'une grande diversité de déchets agricoles et agroalimentaires, parmi les solutions pour la valorisation de ces déchets est de les utiliser comme substrat pour la culture des champignons et en particulier les pleurotes. Pleurotes de panicaut, également connu sous le nom de champignon King Oyster est un champignon riche en nutriments tels que les protéines, les glucides, les acides gras insaturés et les vitamines, et facile à cultiver. Notre travail repose sur l'essai de culture de Pleurotes de panicaut sur des substrats à partir des coproduits agricoles et agroalimentaire (Marc de café, paille de blé, sciure de bois et les grignons d'olive), les sacs de culture contiennent des substrats simple et des substrats complexes. Après les étapes de préparation (ébullition, lardage de mycélium et stérilisation..) les sacs sont incubés dans la chambre de culture en respectant les normes de température, d'humidité et d'éclairage en attendant les résultats de l'envahissement de mycélium et de la fructification. Les résultats ont montré que la densité de l'envahissement du mycélium varie d'un substrat à un autre, et la même chose pour la fructification.

Abstract

Algeria is a country that has a great diversity of agricultural and agri-food waste, among the solutions for the recovery of this waste is to use them as a substrate for growing mushrooms and especially oyster mushrooms. *Pleurotus eryngii* mushrooms is also known as King Oyster mushroom is a mushroom rich in nutrients such as protein, carbohydrates, unsaturated fatty acids and vitamins, and easy to grow. Our work is based on the trial of growing *Pleurotus* on substrates from agricultural and agri-food co-products (coffee grounds, wheat straw, sawdust and olive pomace), culture bags contain both simple and complex substrates. After the preparation steps (boiling, larding of mycelium and sterilization..) the bags are incubated in the culture chamber respecting the standards of temperature, humidity and lighting while waiting for the results of mycelium invasion and fructification. The results showed that the density of mycelium invasion varies from one substrate to another, and the same for fructification.

ملخص :

الجزائر بلد لديه تنوع كبير في النفايات الزراعية والغذائية، ومن بين الحلول لاستعادة هذه النفايات استخدامها كركيزة لزراعة الفطر وخاصة فطر المحار. فطر محار البانيكوت، المعروف أيضًا باسم فطر الملك أويستر، هو فطر غني بالعناصر الغذائية مثل البروتين والكربوهيدرات والأحماض الدهنية غير المشبعة والفيتامينات، ويسهل نموه. يعتمد عملنا على تجربة زراعة جنبات البانيكوت على ركائز من المنتجات الزراعية والأغذية الزراعية المشتركة (القهوة، قش القمح، نشارة الخشب وثفل الزيتون)، تحتوي أكياس الزراعة على ركائز بسيطة ومعقدة. بعد خطوات التحضير (الغليان، تجريف الفطريات والتعقيم..) يتم احتضان الأكياس في غرفة الثقافة مع احترام معايير درجة الحرارة والرطوبة والإضاءة أثناء انتظار نتائج غزو الفطريات والفواكه. أظهرت النتائج أن كثافة غزو الفطريات تختلف من ركيزة إلى أخرى، ونفس الشيء بالنسبة للفركنة.

Introduction générale

Introduction

La gestion des déchets agricoles et agroalimentaires représente un défi majeur en Algérie, où ces déchets sont souvent mal gérés, contribuant à la pollution environnementale. Chaque année, environ 10 millions de tonnes de déchets sont produits, nécessitant une action urgente pour une gestion efficace (**Atila 2017**). Dans le même temps, la consommation de café en Algérie entraîne le rejet de grandes quantités de marc de café, atteignant environ 75 000 tonnes par an (**Mansour-Benamar, Savoie, and Chavant 2013**).

Face à ces enjeux, des initiatives ont été lancées pour valoriser ces déchets en les transformant en biogaz, compost ou en utilisant des technologies de culture de champignons comestibles (**Atila 2017**). La culture des champignons offre de nombreux avantages, tels que la réutilisation des déchets agricoles, une production élevée par surface cultivée et un amendement du sol de qualité (**Oei and Nieuwenhuijzen 2005**). En particulier, la culture du Pleurote du Panicaut (*Pleurotus eryngii*) à partir de déchets agricoles et agroalimentaires présente un fort intérêt économique et nutritionnel, fournissant une solution écologique et économique pour valoriser ces déchets tout en produisant un aliment sain et nourrissant (**Oei and Nieuwenhuijzen 2005**).

Dans ce contexte, notre mémoire de master vise à évaluer l'efficacité de la culture du Pleurote du Panicaut à partir de déchets agricoles et agroalimentaires en Algérie. Nous examinerons les différents substrats et conditions de culture pour maximiser la production et la qualité des champignons. De plus, nous étudierons les perspectives de développement de cette pratique dans un cadre d'agriculture durable et de gestion des déchets.

Ce travail est divisé en deux grandes parties. La première partie, intitulée "Revue de la littérature", fournira un aperçu approfondi des fondements théoriques et des connaissances existantes. Elle comprendra trois chapitres essentiels :

Coproduits alimentaires et agricoles : Ce chapitre abordera la problématique des déchets agricoles et agroalimentaires en Algérie, ainsi que les initiatives actuelles pour leur valorisation et leur transformation en ressources utiles.

L'espèce *Pleurotus eryngii* : Ce chapitre se concentrera sur la culture du Pleurote du Panicaut, en mettant l'accent sur ses caractéristiques, son intérêt économique et nutritionnel, ainsi que les techniques de culture associées.

Conditionnement et conservation du Pleurote du Panicaut : Ce chapitre explorera les solutions existantes pour le conditionnement et la conservation des champignons *Pleurotus eryngii*, en soulignant les bonnes pratiques pour assurer la qualité et la durabilité des produits.

La deuxième partie de ce mémoire, intitulée "Étude expérimentale", présentera la méthodologie utilisée et les résultats obtenus dans notre recherche. Elle sera composée des sections suivantes :

Matériel et méthodes : Cette section décrira en détail le matériel utilisé et le protocole expérimental mis en place pour la culture du Pleurote du Panicaut sur différents substrats.

Résultats et interprétation/discussion : Nous présenterons ici les résultats obtenus lors de nos expérimentations et les analyserons en les mettant en perspective avec les connaissances existantes, discutant des implications et des perspectives pour le développement de cette pratique en Algérie.

Conclusion

En conclusion, ce mémoire de master vise à contribuer à une meilleure gestion des déchets agricoles et agroalimentaires en Algérie, en évaluant l'efficacité de la culture du Pleurote du Panicaut à partir de ces déchets. Nous espérons que les résultats de cette recherche pourront fournir des recommandations pour une valorisation efficace des ressources en Algérie.

Revue de la Littérature

Chapitre I : Coproduits alimentaires et agricoles

Introduction :

Les industries agroalimentaires (IAA) sont très importantes aux yeux du gouvernement, car elles visent à assurer la sécurité alimentaire du pays. De plus, elles emploient près de 23 % de la population active, ce qui en fait un secteur économique essentiel.

Cependant, il est important de souligner le problème du gaspillage alimentaire. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), environ 1,3 milliard de tonnes de nourriture sont gaspillées chaque année, soit un tiers de toute la nourriture consommée dans le monde (Julie Berger, 2021). Ce gaspillage soulève des préoccupations majeures quant à la durabilité et à l'efficacité du système alimentaire mondial.

Dans ce contexte, la valorisation des coproduits alimentaires est un concept clé dans l'industrie alimentaire moderne. Il s'agit d'utiliser les sous-produits ou les déchets de l'industrie alimentaire pour fabriquer des produits ou des ingrédients utiles pour d'autres industries. Cette approche permet de réduire la quantité de déchets générés, d'avoir un impact environnemental moindre et de créer de nouvelles opportunités commerciales.

En somme, la valorisation des coproduits alimentaires est une approche importante pour une gestion efficace des déchets de l'industrie alimentaire, tout en offrant de nouvelles opportunités commerciales et en contribuant à la durabilité environnementale.

1 La sciure de bois :

La sciure de bois est un déchet produit lors de la coupe, du sciage, délignage, et lissage de bois, générée sous forme de copeaux irréguliers de petite taille (**Adegoke et al. 2022**).

La sciure de bois peut provenir de différentes essences d'arbres, telles que le pin, le chêne, l'épicéa, le hêtre, etc. Elle peut être utilisée comme sous-produit de l'industrie du bois ou produite spécifiquement pour des applications particulières.

1.1 Composition chimique :

La composition de la sciure de bois varie en fonction de l'essence du bois d'origine, de la méthode de production et des traitements subis

Les principaux composants chimiques macromoléculaire de la sciure de bois sont la cellulose (35-60%), l'hémicellulose (15-35%) et la lignine (15-30%) (Adegoke et al. 2022). On y trouve également d'autres substances de plus faibles poids moléculaires telles que les tannins, les résines, les cires... etc. et des sels minéraux (calcium, magnésium et sodium)(**Haluk and JODIN 1994**).

1.2 Valorisation de la sciure de bois :

La sciure de bois présente plusieurs utilisations et avantages. Tout d'abord, elle peut être utilisée pour éliminer certains colorants dans l'industrie textile, tels que le Basic Yellow (JB) et le Methyl orange (OM). Des études ont démontré son efficacité à cet égard (**Elbariji et al., 2006**).

Ensuite, la sciure de bois peut devenir une marchandise de valeur dans différents domaines. Elle peut être utilisée comme matière première dans les industries de fabrication, notamment pour la production de planches de bois et de toits pour les maisons mobiles. De plus, elle peut servir d'isolant dans les systèmes de réfrigération et de conservation (**Rominiyi et al., 2017**).

En outre, la sciure de bois présente une composition lignocellulosique qui en fait un excellent substrat pour la culture des champignons. Ses caractéristiques, telles que sa composition riche en cellulose, lignine et hémicellulose, sa disponibilité variée provenant de différentes essences d'arbres, sa texture fine favorisant la colonisation fongique et sa capacité d'absorption d'eau, en font un choix idéal pour la croissance des champignons (**Herbert Wurth, 2016**).

Ainsi, la sciure de bois offre une double opportunité : elle peut être utilisée dans l'industrie textile pour éliminer certains colorants, tout en pouvant être valorisée dans divers domaines tels que la fabrication, l'énergie et l'utilisation agricole. De plus, sa nature lignocellulosique en fait un excellent substrat pour la culture des champignons, offrant ainsi de nouvelles possibilités d'utilisation.

2 Le marc de café :

Le marc de café désigne les restes de café soluble obtenus lors du processus de torréfaction, une fois que les grains de café ont été broyés et extraits avec de l'eau bouillante ou de la vapeur.

2.1 Composition chimique du marc de café :

Le marc de café est principalement constitué de polysaccharides et présente une richesse en cellulose, hémicellulose et lignine, selon une étude menée par **Kondamudi, Mohapatra et Misra en 2008**. Toutefois, il est important de noter que la composition précise du marc de café peut varier en fonction de différents facteurs tels que le type de café utilisé, le degré de torréfaction, la méthode d'infusion, etc.

Tableau 1: Les principaux composants chimiques du marc de café
(Ballesteros, Teixeira, and Mussatto 2014)

Composition	Quantité (% de matière sèche)
Cellulose	12,40
Hémicellulose	39,40
Lignine	23,90
Protéines	17,44
Lipides	2,29
Carbone (C)	47,18
Azote (N)	02,76
C/N	16,91
Cendres	01,30

2.2 Valorisation du marc de café :

La production mondiale de café a augmenté de 21 % depuis 2005, cependant, le marc de café est un produit à usage unique et la quantité totale de déchets générés par son élimination est équivalente à toutes les importations et ventes. Néanmoins, le marc de café présente diverses utilisations alternatives, telles que son utilisation comme engrais pour les plantes en raison de sa teneur en nutriments essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium (Liu and Price 2011).

En plus de son utilisation comme engrais, le marc de café peut également être transformé en une source d'énergie renouvelable. L'extraction et la transestérification de l'huile du marc de café permettent de la convertir en biodiesel, donnant un rendement d'huile de 10 à 15 %, qui peut être utilisé comme carburant (Kondamudi, Mohapatra, and Misra 2008).

De plus, le marc de café trouve également une utilisation comme substrat de culture pour les champignons. Il présente des caractéristiques favorables à la culture des champignons, telles que sa composition riche en nutriments essentiels tels que les glucides, les protéines, les lipides et les minéraux. Sa disponibilité en tant que sous-produit abondant de la préparation du café en fait une ressource facilement accessible. De plus, sa texture friable peut être adaptée pour améliorer la structure du substrat en ajustant sa taille de particules et en le mélangeant avec d'autres matériaux (Wong and Wang 1991).

En résumé, bien que le marc de café soit souvent considéré comme un déchet organique, il présente de nombreuses opportunités d'utilisation alternative. Il peut être utilisé comme engrais pour les plantes, comme source d'énergie renouvelable via la production de biodiesel, et même comme substrat pour la culture de champignons, grâce à sa composition nutritive et à sa texture adaptée (**Liu and Price 2011, Kondamudi, Mohapatra, and Misra 2008, Wong and Wang 1991**).

3 Le grignon d'Olive :

Le grignon d'olive, selon **Nefzaoui (1991)**, est le résidu solide obtenu après le premier pressage ou la centrifugation des olives. Il se compose de la pulpe et des noyaux d'olive broyés.

Les grignons d'olive ont une couleur généralement sombre, allant du brun au noir, et une texture dense et fibreuse. Ils peuvent contenir de petites quantités de peau et de fragments de chair d'olive. Ces résidus sont souvent utilisés comme combustible dans les industries de transformation des olives, tels que les moulins à huile d'olive, en raison de leur teneur élevée en matière organique. Ils peuvent également servir d'additif pour le compostage, de litière pour animaux, de matériau de paillage dans les jardins, et renferment des composés bioactifs tels que les polyphénols, qui ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

3.1 Composition chimique du grignon d'Olive :

Les grignons d'olive sont constitués de cellulose, d'hémicellulose et de lignine, ce qui en fait une matière lignocellulosique. Ils renferment également des résidus d'huiles d'olive, des protéines et divers autres composés. La composition chimique des grignons d'olive peut varier en fonction du type d'olive, de son stade de maturité et du procédé d'extraction utilisé (**Ducom et al., 2019**). Il est important de noter que les caractéristiques des grignons d'olive peuvent différer en fonction du processus de production de l'huile d'olive, de la variété des olives utilisées et des pratiques spécifiques de l'industrie.

Tableau 2: Principaux composition chimique de grignon d'Olive brut (Samia et al. 2011).

Composition	Quantité (%)
Lignine	22,61
Cellulose	33,42
Hémicellulose	15,12
Cendres	2,41
Matière grasse	3,47

3.2 Valorisation du grignon d'Olive :

Les grignons d'olive présentent plusieurs filières possibles pour leur valorisation. Une option est la synthèse de produits biodégradables tels que le savon, ainsi que l'extraction de la glycérine et du furfural, un solvant utilisé dans le raffinage pétrochimique pour séparer les diènes. Selon **Sebban et al. (2004)**, le traitement de 50 000 tonnes de grignons pourrait produire environ 4 500 tonnes de furfural.

D'autre part, les grignons d'olive sont une ressource de biomasse avec des caractéristiques thermo-chimiques intéressantes, ce qui les rend exploitables pour la production d'énergie propre (**Christoforou et Fokaidis, 2016**).

En plus de leur utilisation énergétique, les grignons d'olive peuvent également être utilisés comme amendement organique dans l'agriculture et l'horticulture, contribuant ainsi à améliorer la structure du sol et augmenter la teneur en matière organique.

Une autre possibilité est l'utilisation des grignons d'olive comme substrat pour la culture de champignons. Selon **Roussos et al. (2009)**, les grignons d'olive présentent des caractéristiques favorables à la culture des champignons en raison de leur teneur en cellulose et en lignine, qui sont des composants importants pour la croissance fongique. Cependant, ils peuvent également présenter des défis en raison de leur densité, de leur acidité et de leur faible teneur en azote et en autres éléments nutritifs essentiels.

Ainsi, les grignons d'olive offrent de nombreuses perspectives de valorisation, allant de la production de produits biodégradables à l'utilisation en tant qu'amendement organique, en passant par la production d'énergie propre et la culture de champignons. Ces différentes filières permettent d'exploiter au maximum cette ressource riche en matière organique.

4 **La paille de blé :**

La paille de blé est constituée d'une tige avec des feuilles et d'un épi ou d'un arbre présentant un sommet sec, selon **Zeitoun (2011)**. Ce résidu agricole est largement disponible après la récolte du blé, offrant ainsi une ressource renouvelable pour diverses applications.

4.1 **Composition chimique de la paille de blé :**

La paille de blé est un résidu lignocellulosique composé principalement de cellulose (30%), d'hémicellulose (50%) et de lignine (15%). (**Howard et al. 2003**). (voir Tableau en-dessous). En tant que matière première abondante, elle offre de nombreuses opportunités pour des applications durables et respectueuses de l'environnement. Outre sa composition chimique, la paille de blé présente également des caractéristiques intéressantes telles que sa légèreté, sa résistance et sa capacité d'isolation thermique. Ces propriétés en font un matériau prometteur pour des utilisations variées, allant de la production de biocarburants et de produits chimiques biosourcés à la construction de matériaux écologiques et à la fabrication de papier recyclé.

Tableau 3: Composition chimique de la paille de blé
(Howard et al. 2003)

Composition	Teneur en % de matière sèche
Cellulose	30
Hémicellulose	50
Lignine	15
Protéines brutes	03
Calcium	02,50 – 03,10
Phosphore	0,70 – 0,80

4.2 **Valorisation de la paille de blé :**

La paille de blé est l'un des déchets agricoles les plus abondants, constituant un mélange complexe de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Actuellement, elle est principalement utilisée comme aliment pour animaux ou comme engrais pour nourrir le sol (**Liu et al., 2019**). Cependant, elle offre également des opportunités de valorisation dans d'autres domaines.

La paille de blé peut être utilisée comme substrat dans la culture des champignons, en particulier pour certaines espèces de pleurotes et d'autres champignons lignolytiques

(**Mansour-Benamar, Savoie et Chavant, 2013**). Elle présente plusieurs caractéristiques favorables à la culture des champignons :

Composition : La paille de blé est riche en cellulose, en hémicellulose et en lignine, fournissant ainsi aux champignons les nutriments nécessaires à leur développement.

Disponibilité : La paille de blé est un sous-produit courant de la culture du blé, ce qui en facilite l'approvisionnement auprès des agriculteurs et des exploitations agricoles locales.

Texture : Sa texture fibreuse offre une structure idéale pour la croissance du mycélium fongique, permettant une bonne circulation de l'air et un drainage adéquat.

Capacité d'absorption : La paille de blé possède une capacité d'absorption d'eau élevée, jouant un rôle essentiel dans le maintien de l'humidité optimale du substrat lors de la culture des champignons.

Par ailleurs, l'extraction des hémicelluloses de la paille de blé présente un intérêt particulier en raison de leurs propriétés émulsifiantes, stabilisantes, épaississantes, etc. (**Zeitoun, 2011**). Ces hémicelluloses peuvent être valorisées dans diverses applications industrielles.

Ainsi, la paille de blé, en tant que déchet agricole lignocellulosique, offre des perspectives de valorisation prometteuses, que ce soit dans la culture des champignons en utilisant la paille comme substrat ou dans l'extraction des hémicelluloses pour des applications industrielles. Cela permettrait de tirer parti de cette ressource abondante et de contribuer à des pratiques plus durables et respectueuses de l'environnement.

Chapitre II : Pleurotus Eryngii

Les champignons comestibles, contrairement aux champignons toxiques, sont sûrs à consommer et constituent une option alimentaire diversifiée. Sur les quelque 16 000 espèces de champignons répertoriées, environ 1 400 sont considérées comme comestibles, offrant ainsi un large choix. Parmi les variétés de champignons cultivables figurent les pleurotes, qui sont faciles à cultiver et existent en différentes variétés, le champignon de Paris et le shiitake. **(Rodriguez Estrada and Royse 2007)**. Les champignons du genre Pleurotus, en particulier, sont parmi les plus largement cultivés et consommés dans le monde, avec des espèces telles que Pleurotus eryngii et Pleurotus ostreatus ayant des rendements élevés. Ils occupent la deuxième place en termes de quantité produite, juste après les champignons shiitake **(Lin et al. 2022)**.

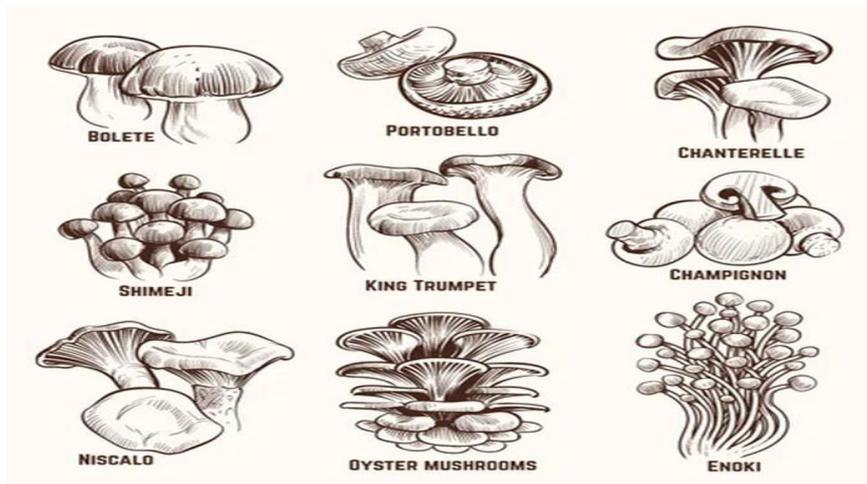


Figure 1: Différentes espèces de champignon comestible

https://fr.123rf.com/images-libres-de-droits/pleurote_champignon.html

Les champignons saprophytes se nourrissent en dégradant les matières organiques en décomposition. Ils se trouvent généralement dans la nature sur des feuilles mortes, des excréments d'animaux ou des souches de bois mort. Leur rôle écologique essentiel consiste à décomposer les matières organiques complexes en minéraux et en substances nutritives. Les pleurotes, par exemple, sont capables de dégrader le bois mort et peuvent être cultivés sur une grande variété de déchets lignocellulosiques.

Le champignon Pleurotus eryngii présente une grande adaptabilité en termes de substrats de culture. Dans diverses régions du monde, sa culture a été réalisée en utilisant différents déchets agricoles et agro-industriels tels que des copeaux de bois, de la paille de blé, de la paille de millet, de la paille de soja, des déchets de coton, des coques d'arachide, de

la bagasse, du son de blé et de riz. Cette approche biotechnologique s'est révélée très efficace pour recycler les déchets organiques lignocellulosiques (**Deora et al. 2021**).

Les champignons peuvent être classés en trois catégories selon leur mode de vie. Les saprophytes se nourrissent de matériaux déjà morts, contribuant ainsi à leur décomposition. Les parasites vivent aux dépens d'organismes vivants, se nourrissant de leur hôte. Enfin, les champignons symbiotiques, également connus sous le nom de mycorhizes, vivent en association étroite avec d'autres organismes, établissant des relations bénéfiques mutuelles (**Oei 1993**).

En Algérie, la culture des champignons Pleurotus est encore peu développée, mais le Pleurotus eryngii peut attirer l'attention des consommateurs. Cependant, sa production à grande échelle n'est pas encore courante dans le pays. La culture de Pleurotus eryngii est envisageable en Algérie, compte tenu de la pratique de sa culture dans de nombreux pays à travers le monde. Cependant, il est crucial de prendre en compte les conditions climatiques et les ressources disponibles pour assurer le succès de cette culture.

1 Définition

Le Pleurotus eryngii, également connu sous le nom de "Pleurote king", est un champignon charnu de haute qualité qui est largement cultivé dans différentes régions du monde, notamment en Europe, au Moyen-Orient et en Chine. Outre son utilisation culinaire, ce champignon a également été étudié en tant que champignon médicinal en raison de sa saveur unique, de sa valeur nutritionnelle et de ses propriétés biologiques bénéfiques dans les domaines de l'alimentation et de la médecine traditionnelles. Le Pleurotus eryngii connaît une forte demande sur le marché en raison de sa facilité de culture, de son rendement élevé et de sa délicieuse saveur qui permet de le cuisiner directement. De plus, il est riche en nutriments essentiels tels que les protéines, les glucides, les acides gras insaturés et les vitamines. Il présente une faible teneur en matières grasses tout en offrant une valeur nutritionnelle et médicinale élevée, ce qui en fait un champignon économiquement précieux (**Guo et al. 2023**).

Les Pleurotes sont des organismes eucaryotes appartenant au règne des thallophytes. Dans le cas spécifique de Pleurotus eryngii, la partie végétative de ce champignon est constituée du mycélium. Le mycélium joue un rôle essentiel dans l'absorption des nutriments à partir du substrat par P. eryngii. Les conditions environnementales telles que la température et l'humidité sont des facteurs importants qui influencent la croissance du mycélium (**Juan et al. 2012**).



Figure 2: Pleurote de Panicaut

2 Descriptions

Le *Pleurotus eryngii*, également connu sous le nom de champignon King Oyster, se distingue des autres espèces de *Pleurotus* par sa tige robuste, son chapeau épais et sa capacité à maintenir sa fraîcheur plus longtemps. C'est pourquoi il est considéré comme l'un des meilleurs champignons de la famille *Pleurotus* (Deora et al., 2021). Le *Pleurotus eryngii* est un basidiomycète à la texture floconneuse et possède des qualités gustatives appréciables. Il se compose d'un pied et d'un chapeau distincts.



Figure 3: *Pleurotus eryngii*

(Pleurotus eryngii (King oyster mushroom) 2022)

2.1 Chapeau :

Il est en forme d'entonnoir plus ou moins décentré, Chair, brune, 4-15 cm de diamètre.

2.2 **Lame :**

La lame est fine, large et solide Couleur indécente, identique ou légèrement plus claire que le chapeau.

2.3 **Le stipe :**

Le stipe, également surnommé La tige, ou le pied, est centré ou relativement excentré, Blanc à gris ocre avec rayures longitudinales. Il est parfois seul, mais le plus souvent constitué d'une embase soudée à un pied adjacent, formant ainsi la touffe (**Djehiche 2020**).

3 **Biologie**

Les champignons, appartenant au groupe des fungi, se distinguent des plantes, des animaux et des bactéries. Bien qu'ils partagent des similitudes cellulaires avec les plantes, leur principale différence réside dans l'absence de chlorophylle. Par conséquent, les champignons ne peuvent pas utiliser directement l'énergie solaire. Ils se nourrissent plutôt de substrats riches en matières organiques, tels que des déchets végétaux en décomposition ou des troncs d'arbres, pour leur croissance et leur développement (**Oei 1993**).

Les pleurotes sont des champignons de grande taille, charnus et de haute qualité, caractérisés par leurs tiges et leurs chapeaux. Ils offrent de nombreux bienfaits pour la santé, étant une excellente source de protéines et de fibres alimentaires. La distinction entre les espèces de champignons se fait en observant des caractéristiques telles que la couleur des spores, la forme des lamelles, la présence d'une structure en forme de "volve" ou d'un anneau, etc. Cependant, il est important de noter que le mycélium seul ne suffit pas à déterminer l'espèce d'un champignon (**Deora et al. 2021; Oei 1993**).

Les pleurotes sont des organismes eucaryotes hétérotrophes en ce qui concerne le carbone. Leur corps filamenteux, appelé mycélium, est composé de hyphes septés de couleur blanche. Lors de la phase de fructification, le mycélium se regroupe pour former des champignons connus sous le nom de basidiocarpes, fructifications, sporozoïtes ou corps de fructification (**Olivier et Delmas 1991**).

3.1 **Le cycle de vie de Pleurotus eryngii**

Dans la nature, les champignons se reproduisent en dispersant de vastes quantités de spores. Lorsque ces spores trouvent un environnement propice, elles peuvent germer et former un réseau de filaments connu sous le nom de mycélium. Au fil du temps, le mycélium

colonise le substrat et utilise les nutriments disponibles. Lorsque certaines ressources sont épuisées ou que les conditions environnementales changent, le mycélium entre dans une phase de reproduction sexuée, marquant une nouvelle étape dans le cycle de vie du champignon **(Oei, 1993)**.

Le cycle biologique des pleurotes comprend deux phases distinctes. La première phase est la croissance et le développement du mycélium, qui se divise en deux étapes principales. La première étape est une phase végétative synchronisée, où le mycélium primaire monocaryotique se forme par la germination des basidiospores. La seconde étape est la phase fructifère, qui correspond à la formation des fructifications. Cette phase débute par l'union de deux mycéliums monocaryotiques haploïdes compatibles, appelée syringogamie. La syringogamie engendre un mycélium secondaire binucléotique, caractérisé par la formation d'un anneau anastomotique. Par la suite, le mycélium entre dans une phase de croissance.

Lorsque les conditions environnementales se détériorent et deviennent moins favorables, ce mycélium s'agrège et s'organise en une structure appelée germe. Ce germe se transforme ensuite en une fructification composée de cellules spécialisées individualisées, connues sous le nom de basidiocarpes, qui sont les sites de reproduction sexuée et de distribution des noyaux. Après la méiose, des basidiospores monocaryotiques haploïdes se forment, se séparent et germent lorsque les conditions sont favorables, donnant ainsi naissance à une nouvelle génération **(Olivier et Delmas, 1991)**.

Il convient de noter que ces processus de reproduction et de développement sont essentiels pour assurer la survie et la propagation des champignons dans leur environnement naturel. Les mécanismes complexes impliqués dans le cycle de vie des champignons offrent une grande diversité de stratégies adaptatives, ce qui contribue à l'abondance et à la résilience de ces organismes fascinants dans les écosystèmes forestiers et autres habitats.

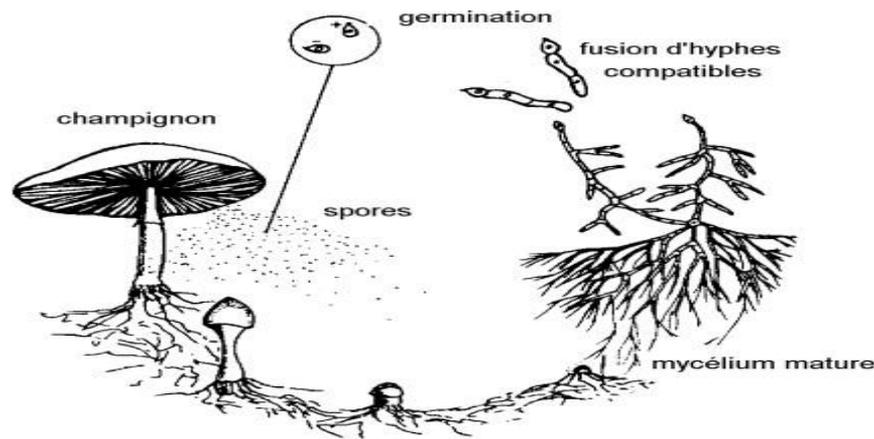


Figure 4: Cycle de vie de pleurotus en milieu naturel
(Oei and Nieuwenhuijzen 2005)

Dans la culture des champignons comestibles, l'utilisation des spores n'est pas courante. La manipulation des spores est délicate en raison de leur petite taille, et elles peuvent présenter des variations génétiques par rapport à leurs parents. De plus, leur temps de germination est relativement long par rapport à d'autres types de champignons, tels que les moisissures vertes, qui se propagent rapidement.

Pour assurer une colonisation précoce du substrat par le champignon souhaité, il est préférable d'utiliser une technique de mélange. Dans cette méthode, un mycélium préalablement cultivé et exempt de contaminants est mélangé à un substrat stérile, ce qui crée ce qu'on appelle le "blanc". Cette approche confère au champignon cultivé un avantage compétitif par rapport aux autres champignons et bactéries présents dans l'environnement.

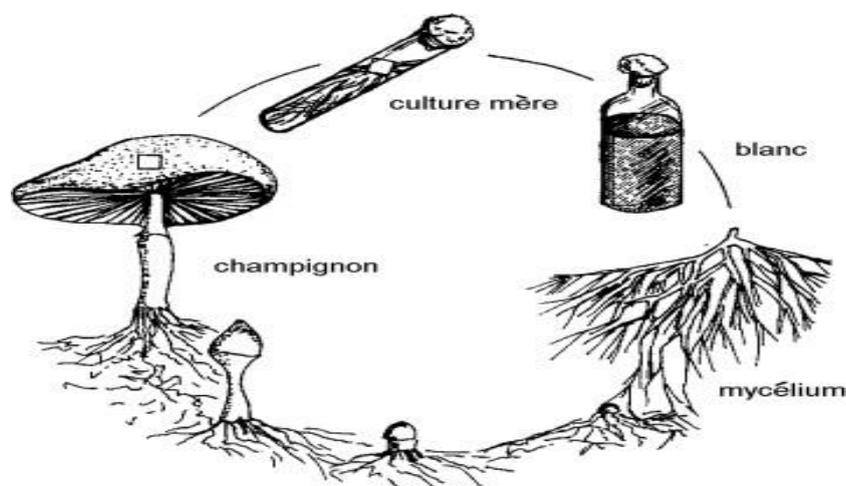


Figure 5: Cycle de vie de pleurotus au blanc
(Oei and Nieuwenhuijzen 2005)

4 **Classification :**

Pleurotus eryngii est une espèce de champignon comestible appartenant à la famille des Pleurotaceae. Voici sa classification complète :

Règne : Fungi

Phylum : Basidiomycota

Classe : Agaricomycetidae (ou Agaricomycètes)

Ordre : Agaricales

Famille : Pleurotaceae

Genre : Pleurotus

Espèce : P. eryngii (**Quélet 1872**).

5 **Nomenclature :**

Pleurotuseryngii a de nombreux synonymes :

Agaricus eryngii DC. Quél. 1815

Clitocybe eryngii (DC.) Kuntze 1898

Dendrosarcuseryngii (DC.) Fr. 1898

Pleurotus eryngii (DC.) Quél. 1872

Pleurotusfuscus var. fuscus. 1928 (**Ines 2020**).

6 **Propriétés médicinales**

Le Pleurote royal, également connu sous le nom de Pleurotus eryngii, est un champignon comestible prisé pour sa saveur distinctive et ses remarquables propriétés médicinales. En tant que champignon à usage médicinal, il a fait l'objet de nombreuses études dans les domaines de l'alimentation et de la médecine traditionnelles, en raison de son goût unique ainsi que de ses avantages nutritionnels et biologiques. Les champignons, en général, possèdent diverses propriétés, telles que l'amélioration de la fonction immunitaire, des activités anti-tumorales, ainsi que des propriétés anti oxydantes et anticancéreuses (**Finimundy et al., 2013**).

Selon une étude menée par **Yashvant Patel, Ram Naraiian et V.K. Singh** en **2012**, les espèces de Pleurotus présentent plusieurs valeurs thérapeutiques. Les extraits méthanoliques des espèces de Pleurotus ont démontré une inhibition de la croissance de différents microorganismes tels que Bacillus megaterium, S. aureus, E. coli, Klebsiella pneumoniae, C. albicans, C. glabrata, ainsi que des espèces de Trichophyton et d'Epidermophyton, à des degrés variables. De plus, les champignons Pleurotus contiennent des substances qui peuvent

exercer des effets antiviraux directs ou indirects en modulant la réponse du système immunitaire de l'hôte, notamment une activité antivirale contre le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). Ils ont également démontré des propriétés antinéoplasiques, anti-tumorales, antimutagènes, antioxydants, ainsi que des effets hypoglycémiantes et hypocholestérolémiants (**Patel, Naraian et Singh, 2012**).

Par ailleurs, le Pleurote royal présente des propriétés anti-inflammatoires. Les maladies inflammatoires de l'intestin (MII), caractérisées par une inflammation ou une ulcération intestinale, sont généralement traitées par des produits biologiques ciblés qui peuvent présenter des effets secondaires indésirables et un coût élevé. Dans ce contexte, l'administration orale de produits naturels spécifiques s'avère bénéfique. Par exemple, le glucane présent dans le Pleurote royal a démontré une capacité à réduire l'inflammation (**Vetvicka et al., 2019**).

En ce qui concerne son activité anticancéreuse, le Pleurote royal a été étudié en particulier dans le cadre du cancer colorectal, qui est l'une des principales affections malignes de notre époque. Les traitements actuels du cancer colorectal, qu'il soit précoce ou avancé, reposent principalement sur la chirurgie, la radiothérapie et la chimiothérapie, qui peuvent entraîner des effets secondaires graves. Par conséquent, la découverte de nouveaux agents thérapeutiques plus sûrs et plus efficaces est cruciale pour améliorer le traitement de cette maladie. Dans ce contexte, de nombreuses recherches se concentrent sur les propriétés anti-tumorales du Pleurote royal. Des études ont montré que l'extrait de *P. eryngii* var peut affecter les cellules cancéreuses du côlon humain HCT116 (**Moehler, Teufel et Galle, 2005; Fontana et al., 2014**).

7 Valeur nutritive

Depuis des temps immémoriaux, les champignons sont utilisés comme compléments alimentaires en raison de leur saveur, de leur arôme, de leurs qualités nutritives exceptionnelles, ainsi que de leurs bienfaits médicaux. Aujourd'hui, les champignons sont reconnus à travers le monde pour leurs valeurs culinaires, grâce à leur teneur élevée en protéines de qualité, en vitamines et en fibres (**Patel, Naraian, and Singh 2012**).

8 Composition

L'objet d'études sérieuses et persistantes par les chimistes depuis un demi-siècle Les éléments constitutifs des champignons : eau, cellulose, substances azotées de la matière

Graisse, épices colorantes, sel et potasse, etc. Agaricine, géine, bulbosine virus et l'hypoglycémie et sa capacité à abaisser le cholestérol, à favoriser la digestion intestinale, à prévenir les maladies cardiovasculaires et à améliorer l'immunité (Guo et al. 2023).

Figure 6: Composition nutritionnelle P. eryngii (L 2013).

Composé	Pour 100g de pleurotus eryngii
Na (mg)	4,20 – 6.50
K (mg)	257,3 – 346,5
Mg (mg)	12,0 – 16,0
Ca (mg)	2,80 – 3,0
Fe (µg)	501,70 – 1270,40
Zn (µg)	37,30 – 85,60
Mn (µg)	14,80 – 31,30
Cu (µg)	10,5 – 30,0

9 Le mycélium :

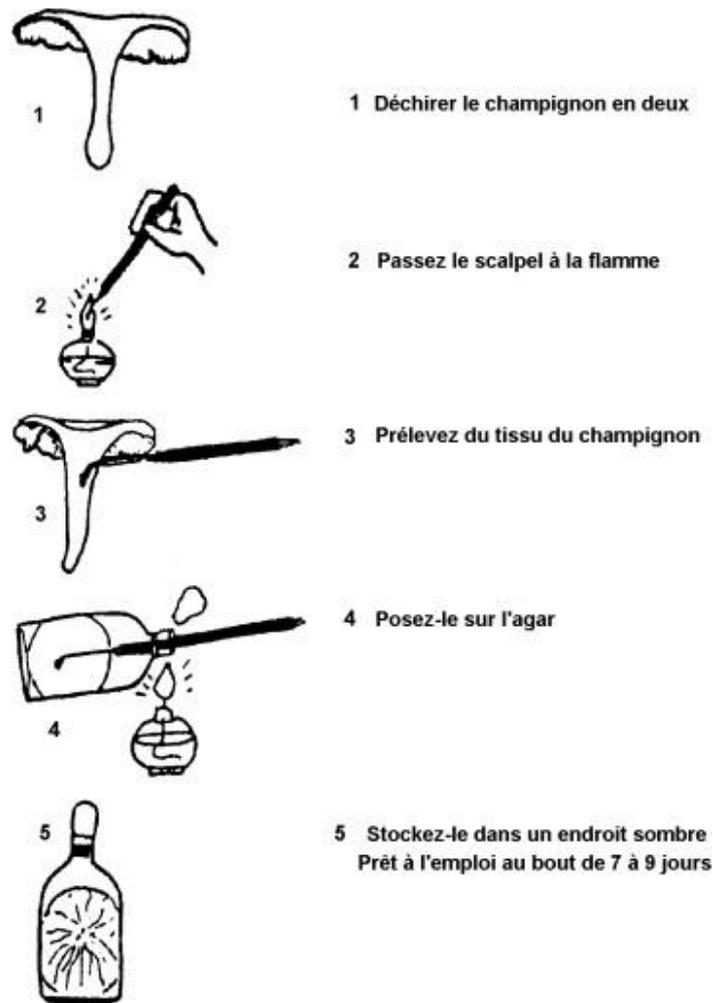
Le mycélium est un réseau interconnecté de cellules fongiques qui agit comme un agglomérant, permettant la liaison des particules constituant les substrats. D'un point de vue écologique, son rôle consiste à favoriser la croissance des champignons sur des substrats solides lignocellulosiques (Soh and Le Ferrand, 2023). Le mycélium de *Pleurotus eryngii* fait référence à la structure filamenteuse formée par les hyphes, qui sont de fins filaments ramifiés produits par le champignon. Il représente la phase végétative du champignon et joue un rôle crucial dans la colonisation du substrat ainsi que dans la décomposition des matières organiques. Le mycélium présente généralement une couleur blanche ou crème, bien qu'il puisse parfois revêtir une légère teinte brunâtre. Son développement s'effectue en se nourrissant des nutriments présents dans le substrat, ce qui lui permet de décomposer les composés organiques complexes tels que la cellulose et la lignine en substances plus simples et assimilables. La présence d'un mycélium blanc revêt une importance cruciale pour obtenir une récolte de champignons. Il se propage à travers le substrat en formant un réseau complexe de filaments et établit des connexions afin d'absorber les nutriments nécessaires à la croissance et à la formation des corps fructifères, qui constituent la partie visible du champignon (c'est-à-dire les pleurotes eux-mêmes). Il est essentiel de maintenir des conditions optimales de température, d'humidité et de ventilation afin de favoriser une

croissance saine et vigoureuse du mycélium de *Pleurotus eryngii*, ce qui permettra d'obtenir une production optimale de champignons comestibles.

9.1 Préparation du mycélium :

Afin d'obtenir un mycélium jeune et vigoureux, il est recommandé d'utiliser une fructification de jeunesse, de préférence encore en stade bouton. Les outils requis incluent un scalpel, de l'alcool, des cultures inclinées sur un milieu d'agar stérilisé, des boîtes de Pétri ou des flacons d'agar, une flamme sans fumée, ainsi qu'une table de travail propre. Dans l'idéal, une boîte à écoulement laminaire ou une boîte d'inoculation peut être utilisée pour assurer des conditions stériles.

Les éprouvettes ou les boîtes de Pétri nouvellement inoculées doivent être incubées à une température de 25 °C pendant environ dix jours. Au bout de trois à quatre jours, le mycélium aura colonisé le substrat et commencera à se ramifier sur la surface de l'agar (**Oei and Nieuwenhuijzen, 2005**).



**Figure 7: Etapes de préparation du blanc
(Oei and Nieuwenhuijzen 2005).**

9.2 Mycélium sur céréales :

Le substrat à base de grains blancs présente comme avantage principal sa robustesse. Cependant, il présente également certains inconvénients, tels qu'une dégradation rapide, une teneur élevée en nutriments et une sensibilité accrue à la contamination. De plus, son utilisation en extérieur est déconseillée en raison de sa vulnérabilité aux rongeurs.

Lorsqu'il est cultivé sur un substrat à base de grains, le mycélium peut générer une augmentation plus rapide de la température du milieu par rapport à sa culture sur de la sciure de bois. Cette caractéristique peut être perçue comme un avantage ou un inconvénient en fonction des besoins spécifiques. Le processus de traitement des grains est similaire à celui utilisé pour cultiver la souche mère du mycélium. Les grains sontensemencés avec du mycélium sur grains blancs ou avec des bâtonnets de bois, selon les préférences et les exigences du cultivateur (Oei and Nieuwenhuijzen, 2005).

**Chapitre 3 : Traitement
après récolte des *Pleurotus
eryngii***

Fort appréciés des consommateurs, les pleurotus *eryngii* ne se conservent pas longtemps à l'état frais, une fois cueillis. Il y a des méthodes de conservations pour prolonger leur durée de vie, et aussi les modes d'emballage des champignons destinés aux consommateurs.

1 La récolte :

La récolte des champignons s'effectue au stade optimal de maturité en termes de rentabilité économique. Il est préférable que les champignons destinés à la récolte présentent une surface sèche.

Le processus de brunissement enzymatique du *Pleurotus eryngii* fraîchement récolté est influencé par plusieurs facteurs, tels que la teneur en polyphénol oxydase active (PPO) et en composés phénoliques dans les tissus, le pH, la température, l'activité de l'eau et l'oxygène. Ces champignons sont particulièrement sensibles aux dommages mécaniques et aux infections microbiennes en raison de leur teneur élevée en eau (environ 89%), de l'absence de cuticule protectrice et de la présence de micro-organismes (**Guo et al., 2023**).

Lors de la cueillette des pleurotes, il est essentiel de les détacher délicatement du substrat en évitant autant que possible d'endommager le mycélium. Ensuite, le pied du champignon peut être coupé à la hauteur désirée. Étant donné la délicatesse des champignons, il est préférable de les manipuler avec précaution et de limiter autant que possible leur manipulation excessive.

Les pleurotes peuvent être récoltés individuellement ou en groupes. La récolte et la commercialisation de jeunes groupes de pleurotes présentent plusieurs avantages :

Ils peuvent être récoltés en quantités importantes sur une période courte.

Leur apparence est attrayante et leur fraîcheur peut être maintenue plus longtemps.

2 Conditionnement et conservation des pleurotus :

Les Pleurotes du Panicaut (*Pl. eryngii*) frais présentent une durée de conservation très limitée, s'étalant de 1 à 3 jours à température ambiante et de 4 à 7 jours à une température de 4 °C. Au fil du temps de stockage, des altérations visibles se manifestent sur les *Pl. eryngii* récoltés, caractérisées par une diminution progressive de l'humidité, des modifications de l'activité enzymatique interne et bactérienne, entraînant un brunissement, un ramollissement de la

texture et une perte de saveur. Ces altérations ont un impact significatif sur la valeur nutritionnelle et commerciale des champignons (**Guo et al., 2023**).

Afin de garantir une conservation optimale des champignons frais destinés à la vente, il est recommandé de les emballer immédiatement dans un film plastique et de les placer au réfrigérateur. Le film plastique joue un rôle crucial en empêchant la déshydratation des champignons, à condition que la température de stockage demeure relativement stable. En effet, une température plus élevée entraîne une perte accrue d'humidité chez les champignons, tandis qu'une baisse de température peut engendrer la formation de condensation sur l'emballage et la surface des champignons, accélérant ainsi leur détérioration.

En général, les champignons frais offrent une saveur plus agréable et une valeur nutritionnelle supérieure par rapport aux champignons en conserve. Par exemple, les pleurotes en conserve sont souvent associés à un goût désagréable. C'est pourquoi, une fois séchés, les pleurotes développent un parfum distinctif (**Oei et Nieuwenhuijzen, 2005**).

Plusieurs méthodes sont disponibles pour prolonger la durée de conservation des *Pleurotus eryngii*. Voici quelques options couramment utilisées :

1. Réfrigération : La méthode la plus répandue pour la conservation des *Pleurotus eryngii* consiste à les réfrigérer. Ils doivent être placés dans un sac en plastique perforé ou un récipient hermétique, puis conservés dans le bac à légumes du réfrigérateur, à une température comprise entre 2 et 4 °C. Cette méthode permet de les conserver pendant environ 5 à 7 jours, voire plus, en fonction de leur fraîcheur initiale.

2. Congélation : Les *Pleurotus eryngii* peuvent également être congelés pour une conservation plus longue. Il est important de noter cependant que la congélation peut altérer leur texture, les rendant plus mous une fois décongelés.

Une étude complémentaire menée par Li et al. (**2021**) a examiné la même méthode de conservation. Ils ont comparé les paramètres de qualité, la composition chimique et l'activité enzymatique métabolique lors du stockage à 4 °C pendant 12 jours et à 25 °C pendant 6 jours. Les résultats ont montré que le meilleur traitement était le groupe stocké à 4 °C pendant 12 jours, qui préservait une qualité élevée et des caractéristiques nutritionnelles optimales (**Guo et al., 2023**).

3. Emballage sous atmosphère modifiée (MAP) : La technique d'emballage sous atmosphère modifiée (MAP) est utilisée pour contrôler les proportions d'azote, d'oxygène, de dioxyde de carbone et d'éthylène dans l'atmosphère gazeuse, ainsi que l'humidité, la température

(maintenue au-dessus du seuil de congélation) et la pression atmosphérique dans les entrepôts d'emballage. Cette méthode permet d'inhiber la respiration cellulaire et de réduire le taux métabolique des champignons, les plongeant presque dans un état de dormance, ce qui les préserve sur une longue période de temps (**Guo et al., 2023**).

4. Déshydratation (Séchage) : Une autre méthode de conservation des *Pleurotus eryngii* est la déshydratation. Elle permet de conserver les champignons séchés pendant une période prolongée tout en préservant leur saveur. Les champignons peuvent être déshydratés à l'aide d'un déshydrateur alimentaire ou dans un four à basse température (environ 50-60°C) pendant plusieurs heures jusqu'à ce qu'ils soient complètement secs et cassants. Une fois déshydratés, ils doivent être conservés dans un récipient hermétique, à l'abri de l'humidité et de la lumière. Avant utilisation, il est recommandé de les réhydrater en les trempant dans de l'eau tiède pendant environ 20 à 30 minutes. Les champignons séchés doivent conserver une texture légèrement souple. Il est préférable de les sécher lentement à basse température plutôt que de les déshydrater rapidement à haute température, ce qui risquerait de les brûler. Cependant, si les champignons frais sont très humides, il est important de veiller à ce que la température initiale ne soit pas trop basse, car cela pourrait favoriser leur pourriture (**Oei et Nieuwenhuijzen, 2005**).

Les trois types de séchage couramment utilisés sont :

- Séchage au soleil
- Séchage artificiel
- Séchage par aération

3 Emballage :

À la finalisation du processus de séchage, il est impératif d'éliminer tous les autres matériaux présents. Les produits séchés ont la propension à absorber l'humidité ambiante, il est donc recommandé de conditionner les champignons dans une salle à atmosphère sèche. Idéalement, le séchage devrait être achevé durant les heures les plus chaudes de la journée, lorsque l'humidité relative est à son plus bas niveau. Une fois refroidis à l'ombre, et dans des conditions optimales d'hygiène, les produits séchés peuvent être directement empaquetés.

Le matériau d'emballage choisi doit être étanche, hermétique et prévenir toute intrusion d'insectes. Les produits séchés préserveront leur qualité seulement s'ils sont conservés dans un endroit sec et protégé des insectes. Les sacs en plastique standards,

correctement scellés, peuvent convenir temporairement. Cependant, ils ne sont pas totalement imperméables aux gaz et à l'eau. Alternativement, il est possible d'utiliser des sacs en cellophane enduits de polymère, qui sont à la fois imperméables et hermétiques. Toutefois, il convient de noter que ce type de plastique peut présenter une moindre résistance (**Oei et Nieuwenhuijzen, 2005**).

Matériels et méthodes

Le but principal de notre travail est de déterminer le meilleur substrat pour la culture des pleurotus eryngii. Nous avons préparé les sacs de culture au même temps et nous les avons mis dans les mêmes conditions (température, humidité et lumière) pour connaître l'efficacité de chaque substrat sur l'envahissement de mycélium et la fructification de champignon.

Au vu des quantités produites pour chacun de ces déchets lignocellulosiques, il était nécessaire et judicieux de trouver un moyen d'en faire des produits à valeur ajoutée.

1 Matériel utilisé :

1.1 Matériel biologique :

1.1.1 Mycélium :

La présente étude a été menée en utilisant un mycélium de *Pleurotus eryngii*, communément appelé le pleurote king, qui a été acquis auprès d'un producteur local situé dans la commune de Hai Bouzourane, wilaya de Batna, en Algérie. Ce mycélium a été préparé au sein d'un laboratoire certifié et conservé à une température de 4°C, dans des sacs hermétiques d'une capacité de 5,5 litres.



Figure 8: Mycélium de *Pleurotus eryngii*

1.2 Substrats utilisés :

Quatre substrats de culture ont été utilisés dans cette étude à savoir paille de blé, sciure de bois, grignon d'olive et marc de café.

1.2.1 Paille de blé :

La paille de blé utilisée dans cette étude a été acquise auprès d'un éleveur de bétail situé à Ain Defla, wilaya de Tlemcen, en Algérie. La paille est un résidu végétal résultant de la récolte de céréales telles que le blé. En raison de sa teneur élevée en carbone, elle constitue un substrat idéal pour favoriser la croissance du pleurote. Afin de garantir des conditions optimales et d'éviter toute contamination, une sélection rigoureuse de paille saine et de haute qualité a été effectuée, ce qui a permis d'obtenir un rendement satisfaisant.



Figure 9 : Paille de blé

1.2.2 Sciure de bois :

La sciure de bois employée dans cette étude a été acquise auprès d'un atelier de menuiserie situé au centre-ville de la wilaya de Tlemcen, en Algérie. En complément de la paille, la sciure de bois constitue un autre substrat potentiel pour la culture des pleurotes. La sciure de bois se compose de fines particules résiduelles provenant de la découpe ou du broyage du bois. Elle représente une source conséquente de cellulose, l'un des composants clés de l'alimentation du champignon Pleurotus.



Figure 10 : Sciure de bois

1.2.3 Grignon d'olive :

Les grignons d'olive utilisés dans cette étude ont été récoltés auprès d'une huilerie située dans la commune de Sabra, wilaya de Tlemcen, en Algérie. Les grignons d'olive, qui comprennent le noyau, la pulpe, la peau et, dans certains cas, les eaux de végétation des olives, ont été sélectionnés comme matériau de substrat.



Figure 11 : Grignons d'olive

1.2.4 Marc de café :

Le marc de café utilisé dans cette étude a été collecté auprès d'un café public situé au centre-ville de la wilaya de Tlemcen, en Algérie. Le marc de café constitue un résidu couramment généré par les établissements de café et les foyers à travers le monde. Cependant, il peut également servir de substrat pour la culture des champignons pleurotes. En effet, le marc de café présente une richesse en azote, un élément nutritif essentiel à la croissance optimale des champignons.



Figure 12 : Marc de café

2 Méthode d'étude

2.1 Préparation du lieu de travail :

Nous avons procédé à l'aménagement d'un espace restreint au sein de notre résidence, située au cœur de la ville de Tlemcen. Après avoir entrepris une opération de nettoyage méticuleux et de désinfection, réalisée à l'aide d'eau de Javel, nous avons progressé vers les différentes étapes de l'aménagement de cet espace spécifique.

Une fois la chambre soigneusement désinfectée et nettoyée, nous avons appliqué un revêtement en polyester sur les murs, dans le but d'assurer la stabilité des conditions environnementales, notamment en ce qui concerne la température et l'humidité.

Ensuite, une bâche noire en plastique a été installée pour maintenir la pièce dans l'obscurité durant la phase initiale de la colonisation du mycélium.

En parallèle, nous avons mis en place un système de climatisation afin de réguler la température, un ventilateur pour favoriser l'échange d'air, un hygrothermomètre pour surveiller en permanence l'humidité et la température, ainsi qu'un humidificateur manuel destiné à augmenter l'humidité ambiante de la chambre, notamment durant la phase de fructification.

Par ces aménagements, nous visons à créer un environnement propice à la culture de champignons, en veillant à contrôler rigoureusement les paramètres essentiels pour leur développement optimal.



Figure 13 : Etapes de préparation de la chambre de culture.

2.2 . Préparation des sacs de culture :

2.2.1 . Pasteurisation et humidification des substrats :

Dans le cadre de notre projet, différentes matières premières ont été traitées selon un processus rigoureux pour préparer le substrat de culture. Les étapes de préparation des différents matériaux sont décrites comme suit :

- Concernant la paille, celle-ci a été soigneusement coupée en petits fragments d'une longueur de 3 à 5 cm. Par la suite, elle a été soumise à une ébullition pendant une durée de 30 minutes, en ajoutant 4% de chaux dans le but d'équilibrer le pH du substrat et de le stériliser des bactéries et des moisissures acidophiles.
- En ce qui concerne la sciure de bois, elle a également fait l'objet d'un traitement spécifique. Après avoir été portée à ébullition, accompagnée d'une proportion de 4% de chaux, pendant au moins 30 minutes, elle a été préparée de manière adéquate pour son utilisation dans le processus de culture.
- Les grignons d'olive, quant à eux, ont été mélangés avec une proportion de 4% de chaux, puis portés à ébullition pendant une durée de 30 minutes. Cette étape a permis de préparer les grignons d'olive de manière optimale en vue de leur utilisation dans le substrat de culture.
- Enfin, le marc de café a été mélangé avec 4% de chaux avant d'être porté à ébullition pendant 30 minutes. Cette étape a été réalisée afin de préparer le marc de café en tant que composant essentiel du substrat de culture.

L'ensemble de ces étapes de préparation a été réalisé avec précision dans le but d'assurer la qualité du substrat et d'éliminer les agents indésirables pouvant nuire à la culture des champignons.



Figure 14: Ebullition des substrats

2.2.2 égouttage des substrats :

Après la pasteurisation, les quatre substrats ont été égouttés et étalés sur du papier absorbant pour se débarrasser de l'excès d'eau tout en gardant une certaine humidité.



Figure 15: Egouttage des substrats

2.2.3 Pesage et remplissage des substrats :

Le pesage c'est l'étape qui va être suivi par le remplissage des sacs.

- Dans des sacs autoclavable 800 gramme de substrat a été entassé dans chaque sac, une fois le remplissage effectué, des petits trous on été effectué dans les sacs pour l'aération.



Figure 16: Pesage et remplissage des substrats

2.2.4 Stérilisation :

Les sacs de culture ont été déposés dans des sachets en toile de jute ensuite dans des cocottes contenant une petite quantité d'eau sur feu pendant 30 minutes, une fois la stérilisation terminée, les sacs sont refroidis pour être prêts pour la prochaine étape.



Figure 17: Stérilisation des substrats

2.2.5 Inoculation :

Dans un plan de travail stérile et près d'un bec benzène nous avons inoculé 80g de mycélium au centre de chaque culture soit 10% de substrat suivi par la fermeture des sacs à l'aide du coton et de l'élastique.



Figure 18: Inoculation de mycélium dans les sacs des substrats

2.2.6 Incubation :

Les sacs sont acheminés vers la chambre de culture préalablement aménagée, en vue d'initier la première phase du processus, à savoir "l'envahissement du mycélium". Pour assurer une incubation adéquate, une température constante de 24°C a été maintenue dans un environnement obscur pendant plusieurs jours. Lorsque les sacs sont entièrement colonisés par le mycélium, il est alors temps de procéder à la préparation et à la surveillance de la fructification.



Figure 19: Incubation des sacs dans la chambre de culture.

2.2.7 Fructification :

Une fois que le substrat présente une coloration uniforme blanche, cela indique que la colonisation a été achevée et qu'il est donc prêt à être transféré pour amorcer le processus de fructification. La fructification, définie comme le développement des champignons, est stimulée par une série de mesures, comprenant :

- L'application d'un choc thermique par une diminution soudaine de la température jusqu'à atteindre un niveau inférieur à 16°C.
- L'activation du système de climatisation pour maintenir une température basse, ainsi que l'utilisation de ventilateurs pour assurer une bonne aération de la salle de culture.
- L'éclairage, d'une durée de 8 à 10 heures par jour, avec une source lumineuse blanche ou l'utilisation de lumière naturelle.
- Une pulvérisation continue des sacs de culture pour maintenir l'humidité relative entre 80 et 90%.
- Après cette étape, les cultures sont laissées dans un environnement approprié pour favoriser la poursuite de la fructification, et sont étroitement surveillées.

Parmi les facteurs clés influençant l'apparition des fructifications, on retrouve :

- Les variations de température.
- Un taux élevé d'humidité.
- La carence en substances nutritives.
- La concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'air ambiant.

- L'exposition à une source de lumière adéquate.
- Des stimuli physiques.

La combinaison de ces facteurs joue un rôle crucial dans le déclenchement et le bon développement des fructifications des champignons cultivés.

Résultats et discussions

Résultat

Après avoir disposé les sacs de culture contenant différents substrats dans la chambre de culture, maintenue à une température de 24°C et à une humidité variant entre 80 et 90%, en l'absence de lumière, nous avons obtenu les résultats suivants :

1 Envahissement du mycélium :

Lors de cette phase initiale de la culture de *Pleurotus eryngii*, il convient de noter que le mycélium s'est développé de manière significative dans le substrat constitué de paille de blé ainsi que dans celui composé de sciure de bois, contrairement aux autres substrats testés, à savoir le marc de café et les grignons d'olive.

1.1 Les Substrats simple :

1.1.1 Paille de blé :

La figure présente le taux (%) d'envahissement du mycélium dans le substrat de la paille de blé en fonction des jours.

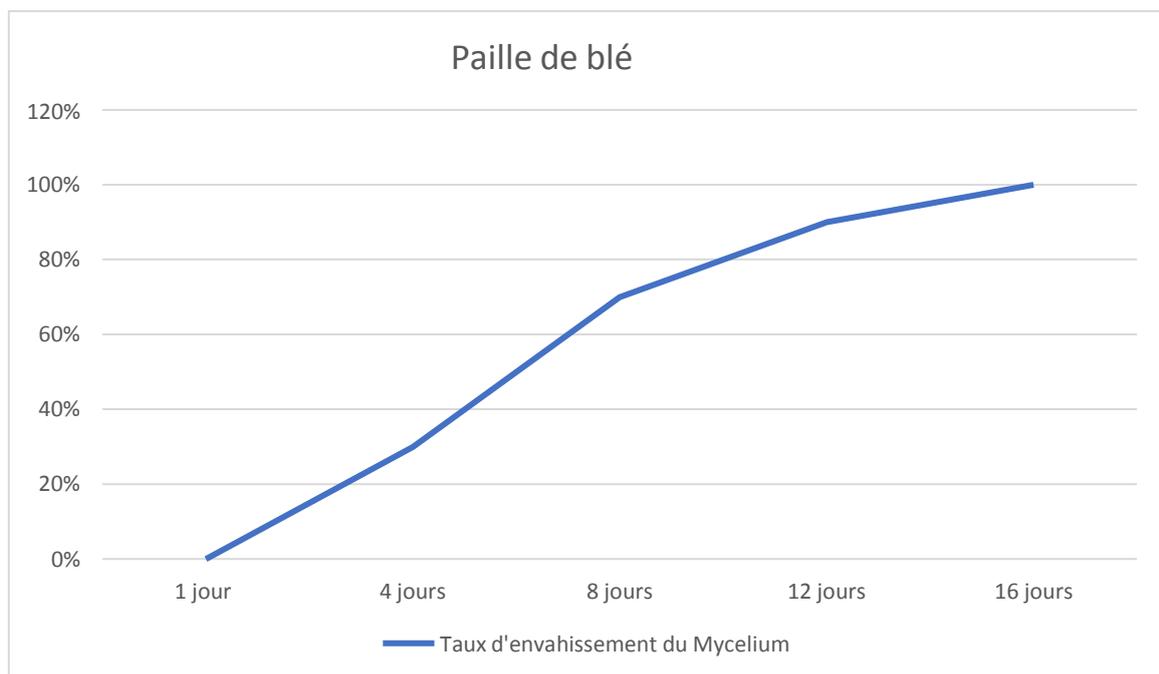


Figure 20: Taux d'envahissement du mycélium dans le substrat de la paille blé.



1.1.2 La sciure de bois :

La figure 22 présente le taux (%) d’envahissement du mycélium dans le substrat de sciure de bois en fonction des jours.

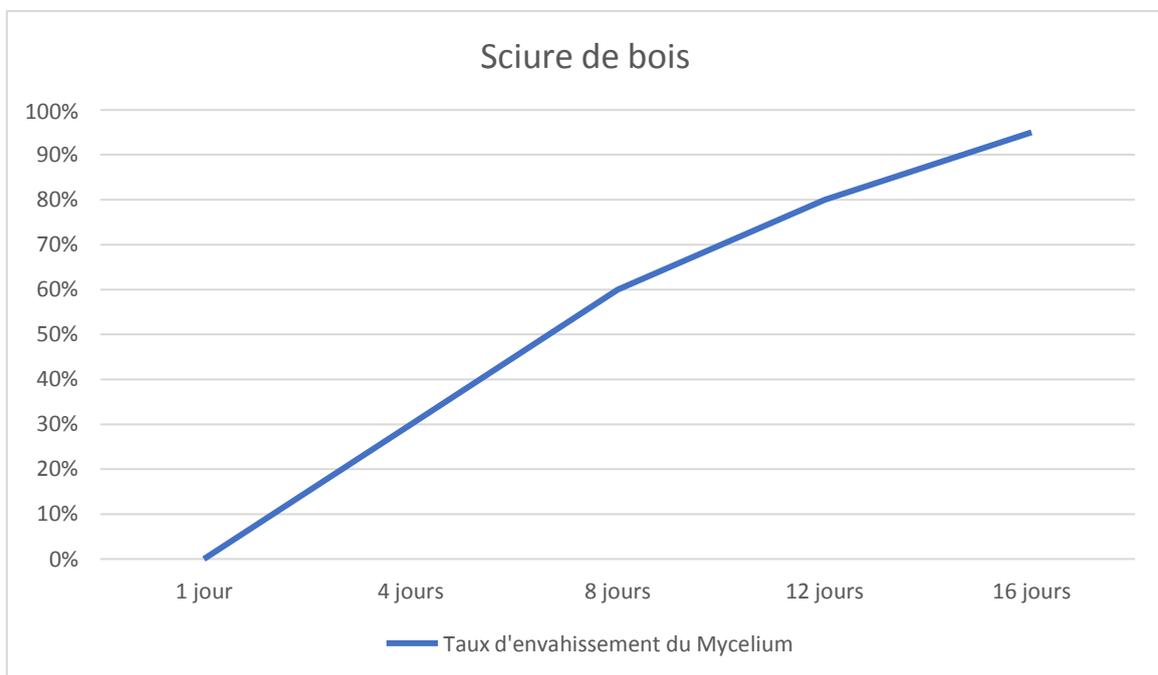


Figure 22: Taux d’envahissement de mycélium dans le substrat de la sciure de bois.



Figure 23: Développement du mycélium dans les sacs de la sciure de bois

1.1.3 Grignons d'olive

Absence du développement de mycélium pour les grignons d'olive.

La figure 24 représente le sac de culture contenant les grignons d'olive après 15 jours d'incubation :



Figure 24 : Sac de culture des grignons d'olive

1.1.4 Marc du café :

Absence du développement de mycélium pour le marc du café.

La figure 25 représente les sacs de culture contenant le marc de café après 15 jours d'incubation :



Figure 25: Sac de culture de marc de café

1.2 Les substrats complexes :

1.2.1 La paille de blé + Marc du café :

La figure 26 présente le taux (%) d’envahissement du mycélium dans le substrat contenant la Paille de blé + Marc du café en fonction des jours.

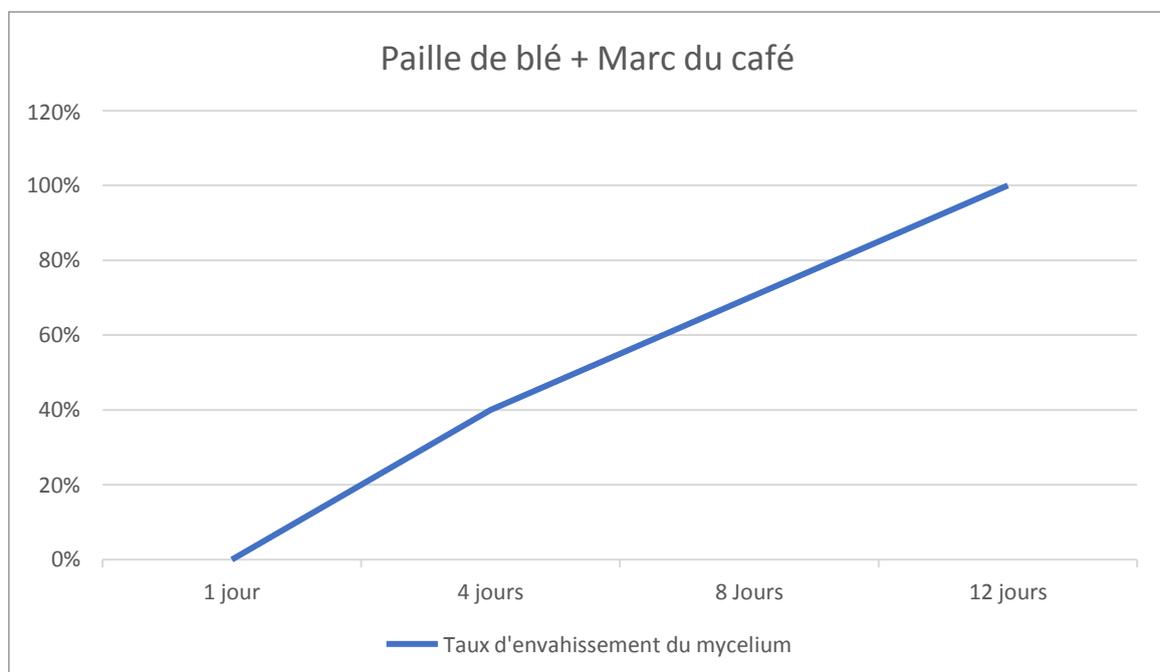


Figure 26: : Taux d’envahissement du mycélium dans le substrat complexe (Paille de blé + Marc de café).



Figure 27: Développement du mycélium dans les sacs de Paille de blé + Marc du café

1.2.2 La paille de blé + grignons d'olive :

La figure 28 présente le taux (%) d'envahissement du mycélium dans le substrat de la paille de blé + Grignons d'olive en fonction des jours.

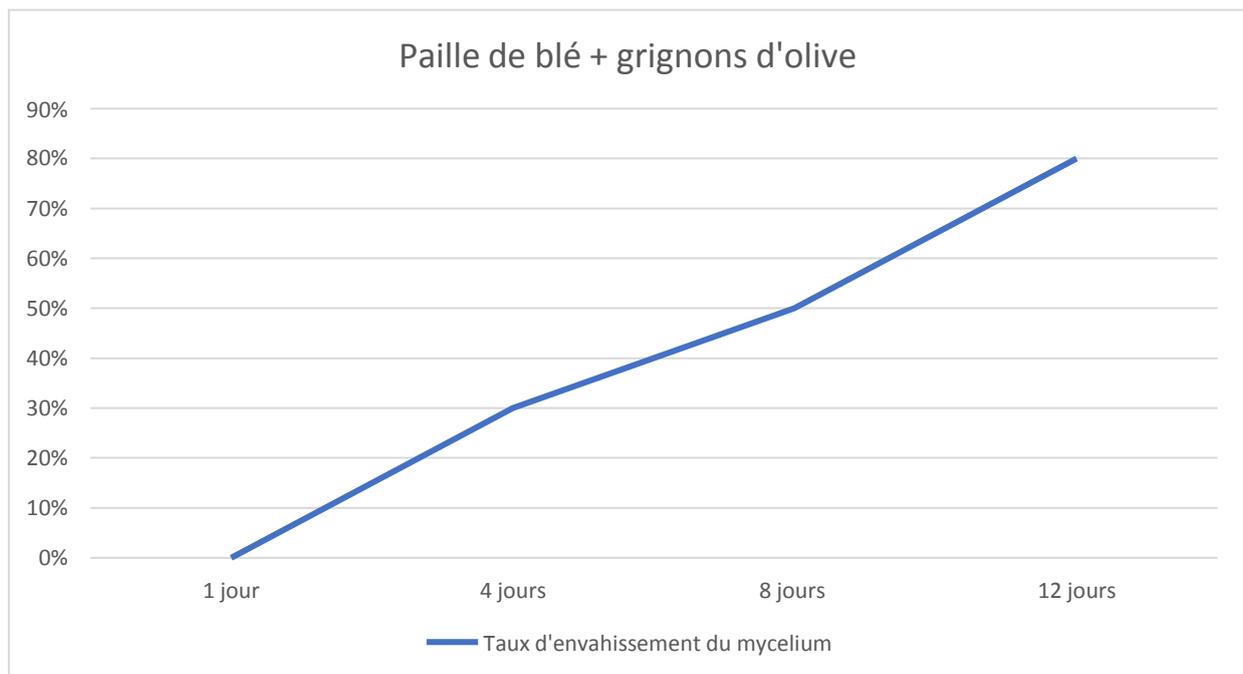


Figure 28 : Taux d'envahissement du mycélium dans le substrat complexe (Paille de blé + Grignons d'olive).



Figure 29 : développement du mycélium dans les sacs de Paille de blé + grignons d'olive.

2 Fructification

Dès que le mycélium a colonisé complètement les sacs, ces derniers sont ouverts. Les bouchons de coton sont retirés et une section du plastique entourant l'ouverture est découpée. L'apparition de jeunes champignons marque l'entrée dans la phase de fructification. Afin de favoriser cette étape, il est nécessaire de réduire la température à 18°C et le taux d'humidité à 85%. Par ailleurs, une source de lumière légère et indirecte est installée dans la salle de culture, car une lumière intense et directe peut inhiber la formation des carpophores. Il convient de noter qu'une exposition insuffisante à la lumière peut entraîner un développement préférentiel du pied par rapport au chapeau des champignons. La maturité des Pleurotes est atteinte au bout d'une semaine, à partir de laquelle la récolte peut être effectuée simplement en saisissant délicatement le champignon entre les deux mains et en le tournant.

2.1 Paille de blé :

Le champignon *Pleurotus eryngii* entre dans une phase de fructification, caractérisée par l'émergence de petites structures appelées carpophores à partir du substrat (en l'occurrence, la paille). Au fil du temps, ces carpophores se développent progressivement et subissent des modifications morphologiques telles que l'augmentation de leur taille et l'évolution de leur forme. La partie supérieure se transforme en chapeaux tandis que la partie inférieure se développe en capuchons. Après une période de neuf jours de fructification, le champignon atteint son apogée avec des champignons pouvant atteindre 15 cm de diamètre (voir figure 30).



1^{er} jour (10-05-2023)



3^{ème} jour (12-05-2023)



5^{ème} jour (14-05-2023)



6^{ème} jour (15-05-2023)



7^{ème} jour (16-05-2023)



8^{ème} jour (17-05-2023)

Figure 30 : le développement de champignons dans la phase de fructification dans la paille de blé.

2.2 Sciure de bois :

Il convient de noter qu'une différence de délai de fructification a été observée entre la sciure de bois et la paille de blé pour le champignon étudié. En effet, la fructification dans la sciure de bois a nécessité un temps considérablement plus long, soit une période de 10 jours, par rapport à celle observée dans la paille de blé (voir figure 31).



Figure 31 : le développement de champignons dans la phase de fructification dans la sciure de bois.

Tableau 4 : Comparaison du développement des champignons dans les différents substrats de la paille de blé et de la sciure de bois.

Aspect	Paille de blé	Sciure de bois
Préparation du substrat	Coupe, humidification, stérilisation.	Humidification, stérilisation
Texture	Fibreuse et légère	Fin, granuleux
Disponibilité	Souvent disponible dans les régions agricole	Disponible dans les industries du bois
Nutriments	Riche en nutriments	Moins nutritif
Capacité d'hydratation	Bonne absorption d'eau	Moins d'absorption d'eau
Durée de fructification	Plus rapide (l'apparition des Primordias en 25 jours)	Prendre plus de temps (l'apparition des Primordias en 35 jours)

3 Questionnaire champignons frais pleurote eryngii version électronique :

Notre tâche consistait à élaborer des questionnaires au moyen de Google Forms. Nous avons formulé 14 questions d'importance capitale concernant les champignons frais *Pleurotes eryngii*. Par conséquent, nous avons réussi à atteindre nos objectifs et à collecter un nombre maximal de réponses provenant de participants de divers groupes d'âge. Les modèles choisis ont été transformés en version électronique et les résultats obtenus ont été présentés sous forme de graphiques.

Quel est votre Sexe

homme

Femme

Quel âge avez-vous

18-25 ans

26-35 ans

36-45 ans

46-55 ans

Plus de 55 ans

Connaissez-vous les champignons frais et en conserve

Oui, je suis très familier avec les deux

J'en ai entendu parler, mais je n'ai pas une grande expérience avec eux

Non, je ne suis pas très familier avec les champignons frais et en conserve.

Connaissez-vous les champignons frais et en conserve

- Oui, je suis très familier avec les deux
- J'en ai entendu parler, mais je n'ai pas une grande expérience avec eux
- Non, je ne suis pas très familier avec les champignons frais et en conserve.

Aimez-vous les champignons frais

- oui
- Non

Quelle est votre expérience générale avec les champignons frais

- Je les consomme régulièrement.
- J'en ai déjà mangé, mais pas souvent
- Je n'ai jamais goûté de champignons frais.



Le champignon frais fait-il partie de votre régime alimentaire

- Oui
- Non

Quel est votre champignon frais préféré en termes de saveur

- Champignon de Paris
- Shiitake
- Pleurote
- Autre

Est-ce que vous préférez les champignons

- Frais
- séchés
- en conserve



Est-ce que vous êtes pour la consommation des champignons séchés

- Oui
- Non

Quelles sont les raisons pour lesquelles vous consommez des champignons frais

- Goût délicieux
- Valeur nutritionnelle élevée
- Facilité de préparation
- Variété dans mon alimentation.

Êtes-vous familier avec le champignon frais *Pleurotus eryngii*, également connu sous le nom de pleurote du panicaut

- Oui, je suis très familier avec ce champignon
- J'en ai entendu parler, mais je n'ai jamais goûté
- Non, je ne connais pas ce champignon

Saviez-vous que le champignons frais pleurotus eryngii riche en protéine

Oui

Non

Est que vous êtes pour l'idée de la culture de champignons pleurote eryngii à partir des déchets alimentaires

Oui

Non

Soutenez vous l'idée du la valorisation des déchets alimentaire dans notre pays

Oui

Non

Les résultats obtenus sont présentés sous forme de graphiques et exprimés en pourcentage, en fonction de la nature de chaque question.

Quel est votre Sexe

99 réponses

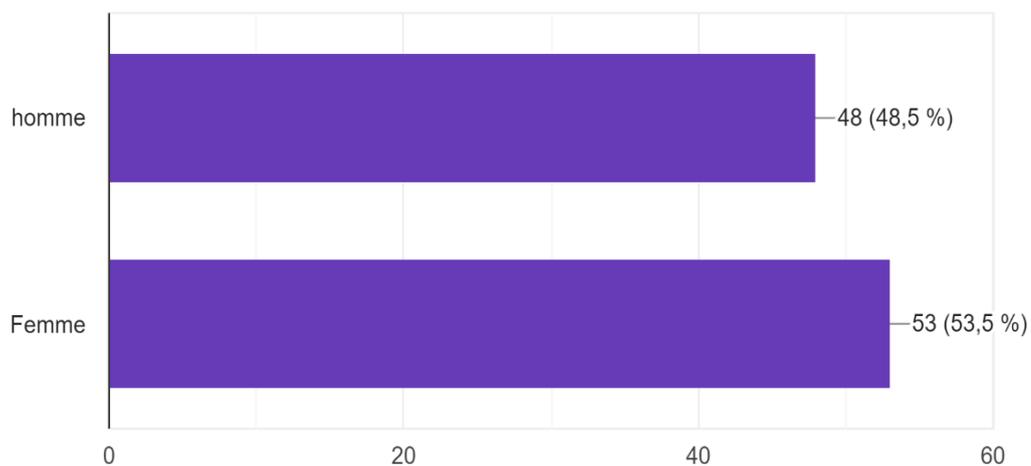


Figure 32 : Le nombre de personnes selon le sexe.

- Nous observons que notre population est constituée de 48 hommes et de 53 femmes.

Quel âge avez-vous

98 réponses

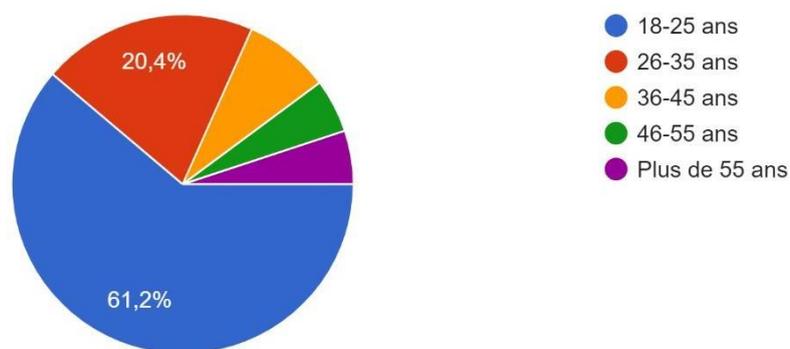


Figure 33 : Le pourcentage de la population selon l'âge.

- La population entre 18-25 ans est la plus répondue dans notre questionnaire par rapport les autres tranches d'âge.

Connaissez-vous les champignons frais et en conserve

97 réponses



Figure 34 : Pourcentage de la population qui connaît le champignon frais et en conserve.

Aimez-vous les champignons frais

96 réponses

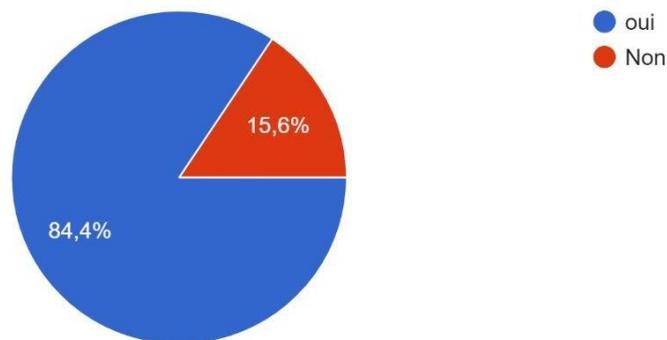


Figure 35 : Nombre de participants en pourcentage qui aiment le champignon frais.

- 49,5 % de participants connaissent le champignon frais et en conserve
- La majorité des participants préfèrent le champignon frais

70,

Quelle est votre expérience générale avec les champignons frais

97 réponses

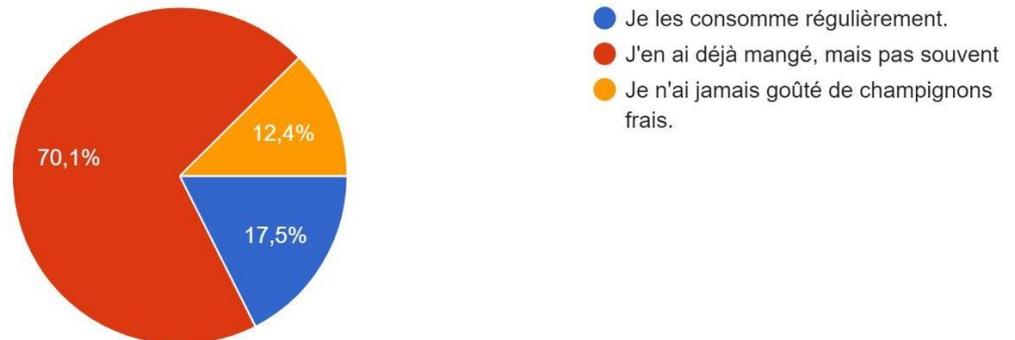


Figure 36 : Nombre de participants par rapport à la consommation des champignons frais.

- 70,1% des participants ont déjà consommé les champignons frais mais pas régulièrement

Le champignon frais fait-il partie de votre régime alimentaire

98 réponses

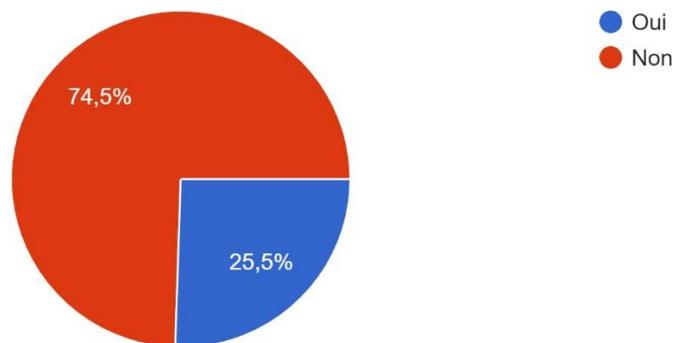


Figure 37 : Nombre de participants dont le champignon fait partie dans leur régime alimentaire.

- 74,5% des participants le champignon frais ne fait pas partie de leur régime alimentaire

Quel est votre champignon frais préféré en termes de saveur

88 réponses

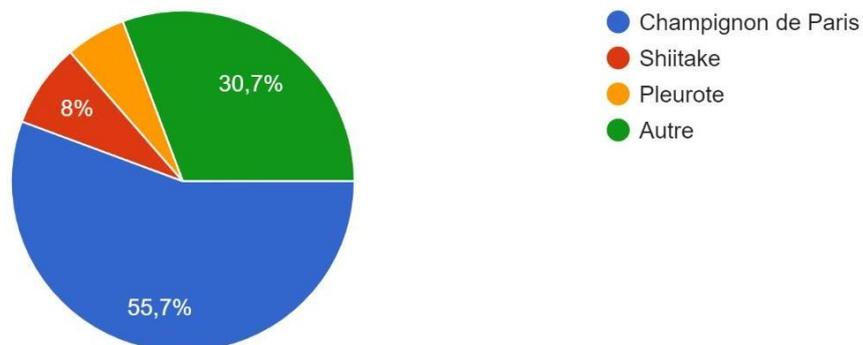


Figure 38 : Taux de préférence des participants en termes de saveur.

Les participants préfèrent en termes de saveur :

- 5,6% préfère pleurote
- 8% préfèrent Shiitake
- 30,7 % préfèrent d'autre type de champignons
- 55,7% préfèrent champignons de paris

Est-ce que vous préférez les champignons

97 réponses

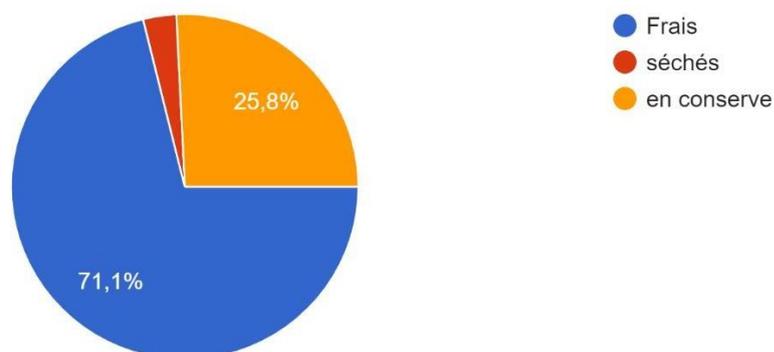


Figure 39 : Taux de préférence des participants par rapport aux champignons.

71,1 % des participants préfèrent des champignons frais.

Est-ce que vous êtes pour la consommation des champignons séchés

97 réponses

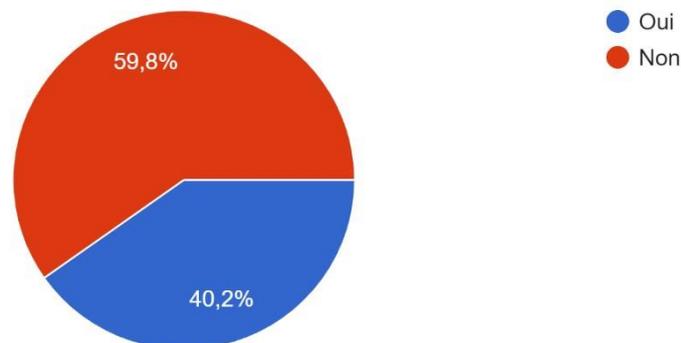


Figure 40 : Préférence des participants a la consommation des champignons séchés.

- 59,8% des participants sont pour la consommations des champignons sèches et 40% les préfèrent non-séchés

Quelles sont les raisons pour lesquelles vous consommez des champignons frais

94 réponses

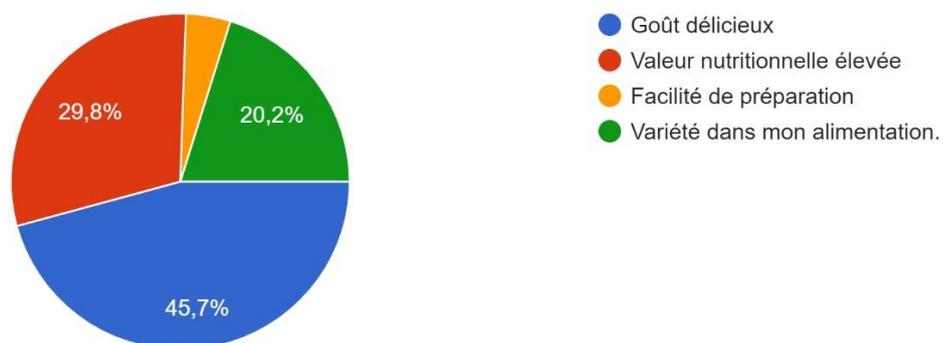


Figure 41 : Raison de consommation des champignons frais.

La principale raison des participants pour laquelle ils consomment des champignons frais est par rapport au gout délicieux.

Êtes-vous familier avec le champignon frais *Pleurotus eryngii*, également connu sous le nom de pleurote du panicaut

96 réponses



Figure 42 : Taux de participants qui consomme le champignons frais *Pleurotus eryngii*.

- 55,2% des participants ne connaissent pas le pleurote de panicaut.

Saviez-vous que le champignons frais *pleurotus eryngii* riche en protéine

98 réponses

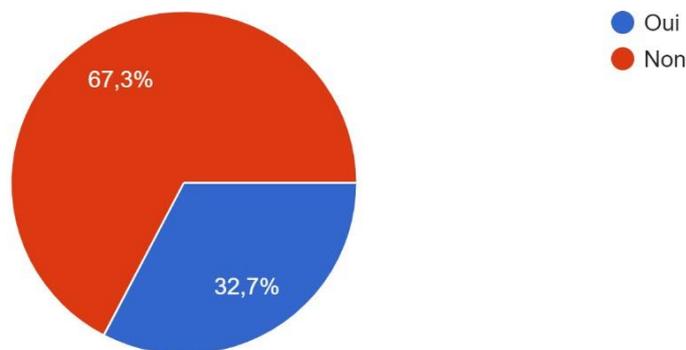


Figure 43 : taux de participants qui savent que *pleurotus eryngii* est riche en protéine.

- 67,3% ne savent pas que *pleurotus eryngii* est riche en protéine

Est-ce que vous êtes pour l'idée de la culture de champignons pleurote eryngii à partir des déchets alimentaires

99 réponses

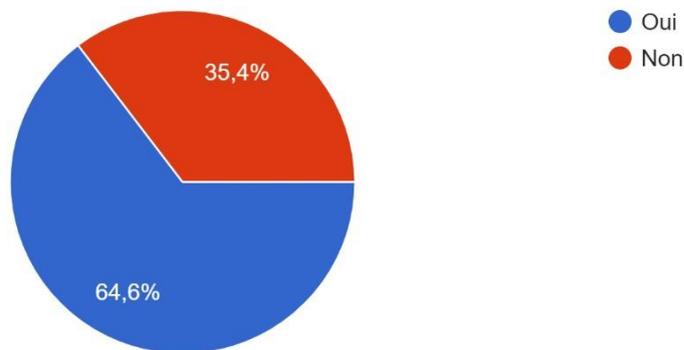


Figure 44 : Taux de participants qui sont pour ou contre la culture de pleurote eryngii a partir des déchets alimentaire.

- 64,9% des participants sont pour la culture de pleurote de panicault à partir des déchets alimentaire

Soutenez vous l'idée de la valorisation des déchets alimentaire dans notre pays

100 réponses

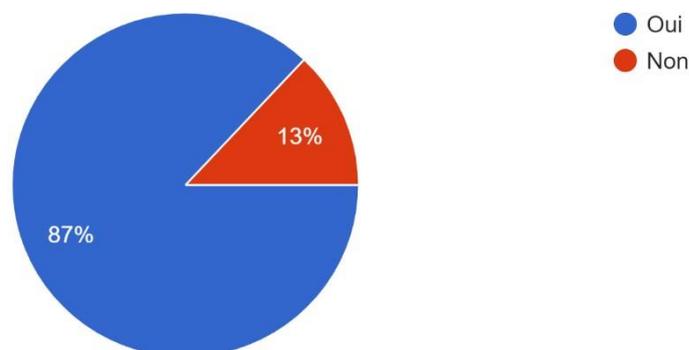


Figure 45 : Taux de participants pour la valorisation des déchets alimentaire dans notre pays.

La majorité des participants sont pour l'idée de la valorisation des déchets alimentaire dans notre pays

Discussion

Sur la base de nos recherches et de nos travaux, des résultats ont été obtenus quant à l'influence des divers substrats et déchets sur la colonisation du mycélium et la fructification des champignons. L'objectif de notre étude consiste à déterminer le substrat optimal pour la culture des pleurotes *eryngii*. La sélection des déchets agricoles et agroalimentaires repose sur leur composition et leur disponibilité, avec une attention particulière portée à la paille de blé, à la sciure de bois, au marc de café et aux grignons d'olive.

Nos observations indiquent que la paille de blé a produit des résultats supérieurs à la sciure de bois, tant dans la phase de colonisation du mycélium que dans celle de fructification. En revanche, les substrats à base de marc de café et de grignons d'olive n'ont pas donné de résultats concluants. Les substrats complexes, tels que la combinaison de paille de blé avec du marc de café ou des grignons d'olive, ont accéléré la colonisation du mycélium de quatre jours par rapport aux substrats simples.

La formation de primordias, c'est-à-dire de petits champignons, s'est produite 25 jours après l'inoculation, soit légèrement plus rapidement que les résultats de l'étude de **Guta Disssa (2022)** utilisant la même souche de pleurotes, où l'apparition des primordias a pris 28 jours.

Bien que le marc de café contienne de la lignine et de la cellulose, qui sont des éléments favorables à la croissance des champignons, plusieurs raisons peuvent expliquer pourquoi le *Pleurotus eryngii* ne se développe pas efficacement dans un substrat composé exclusivement de marc de café. En effet, le marc de café peut être compact, dense et présenter une structure qui ne favorise pas une bonne aération ni une distribution adéquate des nutriments et de l'eau dans le substrat.

Les grignons d'olive présentent des caractéristiques favorables à la culture des champignons, notamment une teneur en cellulose et en lignine, qui sont des composants importants pour la croissance fongique. Cependant, ils peuvent également poser des défis en raison de leur densité, de leur acidité et de leur faible teneur en azote et autres éléments nutritifs essentiels.

De plus, il convient de noter que la lignine présente dans le marc de café ou les grignons d'olive peut différer de celle présente dans la paille de blé. En général, la lignine du marc de café ou des grignons d'olive peut être composée de différents types de monomères, ce

qui pourrait avoir des répercussions sur la dégradation et l'utilisation de la lignine par le *Pleurotus eryngii*.

Nos résultats de questionnaire ont révélé que l'idée de valoriser les déchets pour la culture des pleurotes *eryngii* et leur consommation peut être envisagée, mais il convient de noter que le marché des pleurotes séchés ou frais est relativement restreint par rapport à celui des champignons en conserve.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de cette recherche, nous avons étudié la possibilité de valoriser les déchets comme substrat pour la culture des champignons *PLEUROTUS ERYNGII*, dans le but de produire une ressource alimentaire précieuse tout en réduisant les déchets. Nos résultats démontrent que cette approche a un grand potentiel et offre plusieurs avantages.

Premièrement, l'utilisation de déchets tels que la paille, la sciure de bois ou le marc de café comme substrat pour la culture des champignons (*Pleurotus eryngii*) peut contribuer à protéger l'environnement en réduisant la quantité de déchets mis en décharge. Ce recyclage des déchets s'inscrit dans le cadre du développement durable.

Nos résultats ont montré que les champignons cultivés sur des substrats mis au rebut présentaient des performances de croissance importante et une qualité nutritionnelle comparable sur la paille, voire meilleure, par rapport aux champignons cultivés sur des substrats conventionnels. Cela ouvre la voie à une production alimentaire plus durable et diversifiée, offrant une alternative écologique aux pratiques agricoles traditionnelles.

Les grignons d'olive ou le marc de café peuvent être utilisés comme substrat mélangés avec d'autres matériaux, tels que de la paille ou des copeaux de bois, pour créer un substrat équilibré et propice à la croissance du *Pleurotus eryngii*.

De plus, la valorisation des déchets pour la culture des champignons peut avoir des effets économiques positifs. Les déchets peuvent être collectés à moindre coût, voire gratuitement, et leur transformation en substrat pour la culture des champignons pourrait créer de nouvelles opportunités économiques, telles que la production et la vente de champignons frais ou transformés.

Néanmoins, des améliorations sont nécessaires pour optimiser cette approche. Une sélection appropriée des déchets comme substrat, en tenant compte de la composition et de la disponibilité des déchets, et l'optimisation des conditions de culture, y compris l'ajustement de paramètres tels que l'humidité, la température et la ventilation, sont des aspects qui doivent être pris en compte pour maximiser la productivité et la rentabilité.

En conclusion, la valorisation des déchets pour la culture des champignons offre une alternative prometteuse et durable pour réduire les déchets tout en fournissant une ressource alimentaire de grande valeur. Cette approche présente des avantages environnementaux, économiques et nutritionnels et mérite une attention accrue dans les domaines de l'agriculture

durable et de la gestion des déchets. Des recherches futures sont nécessaires pour explorer davantage les opportunités et les défis associés à cette approche, afin de développer des systèmes de culture de champignons à grande échelle plus efficaces et réalisables.

Références bibliographiques

- Adegoke, Kayode Adesina, Oreoluwa Ololade Adesina, Omolabake Abiodun Okon-Akan, Oyeladun Rhoda Adegoke, Abdullahi Biodun Olabintan, Oluwaseyi Aderemi Ajala, Halimat Olagoke, Nobanathi Wendy Maxakato, and Olugbenga Solomon Bello. 2022. 'Sawdust-biomass based materials for sequestration of organic and inorganic pollutants and potential for engineering applications', *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5: 100274.
- Atila, Funda. 2017. 'Evaluation of suitability of various agro-wastes for productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* mushrooms', *J Exp Agric Int*, 17: 1-11.
- Ballesteros, Lina F., José A. Teixeira, and Solange I. Mussatto. 2014. 'Chemical, Functional, and Structural Properties of Spent Coffee Grounds and Coffee Silverskin', *Food and Bioprocess Technology*, 7: 3493-503.
- Cheima, DJEHICHE. 2020. 'Pleurotus eryngii : étude bibliographique et extraction des alcaloïdes de l'espèce Algérienne', Université Frères Mentouri Constantine 1
- Christoforou, Elias, and Paris A. Fokaidis. 2016. 'A review of olive mill solid wastes to energy utilization techniques', *Waste Management*, 49: 346-63.
- Deora, Akansha, S. S. Sharma, Poonam Kumari, Vinita Dahima, Suresh Kumar, and M. Rohith. 2021. 'Cultivation of Kabul Dhingri (*Pleurotus eryngii*) mushroom by standardizing protocols in subtropical zones of world', *Scientific Reports*, 11: 14692.
- Ducom, Gaëlle, Mathieu Gautier, Matteo Pietraccini, Jean-Philippe Tagutchou, David Lebouil, Nathalie Dumont, and Rémy Gourdon. 2019. 'Caractérisation de grignons d'olives en vue d'une valorisation thermo-chimique par gazéification', *Environnement, Ingénierie & Développement*, 82: 41-54.
- Elbariji, Sbah, Maria Elamine, Habiba Eljazouli, Hassan Kabli, Abdellah Lacherai, and Abdallah Albourine. 2006. 'Traitement et valorisation des sous-produits du bois. Application à l'élimination des colorants industriels', *Comptes Rendus Chimie*, 9: 1314-21.
- Finimundy, T. C., G. Gambato, R. Fontana, M. Camassola, M. Salvador, S. Moura, J. Hess, J. A. P. Henriques, A. J. P. Dillon, and M. Roesch-Ely. 2013. 'Aqueous extracts of *Lentinula edodes* and *Pleurotus sajor-caju* exhibit high antioxidant capability and promising in vitro antitumor activity', *Nutrition Research*, 33: 76-84.
- Fontana, Simona, Anna Flugy, Odessa Schillaci, Alessandra Cannizzaro, Maria Letizia Gargano, Alessandro Saitta, Giacomo De Leo, Giuseppe Venturella, and Riccardo Alessandro. 2014. 'In vitro antitumor effects of the cold-water extracts of Mediterranean species of genus *Pleurotus* (higher Basidiomycetes) on human colon cancer cells', *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 16.
- Guo, Yuxi, Xuefeng Chen, Pin Gong, Ruotong Wang, Zhuoya Qi, Zhenfang Deng, Aoyang Han, Hui Long, Jiating Wang, Wenbo Yao, Wenjuan Yang, Jing Wang, and Nan Li. 2023. 'Advances in Postharvest Storage and Preservation Strategies for *Pleurotus eryngii*', *Foods*, 12: 1046.
- Haluk, JP, and P JODIN. 1994. 'Composition chimique du bois', *Le bois: matériau d'ingénierie*, Ed. AR BO. LOR.
- Herbert Wurth, Magdalena 2016. *Cultiver ses champignons*.
- Howard, Rachmond, Emil Abotsi, Elbert Jansen van Rensburg, and S. Howard. 2003. 'Lignocellulose biotechnology: Issues of bioconversion and enzyme production', *Afr. J. Biotechnol*, 2: 602-19.

- Ines, YAHIAOUI. 2020. 'Evaluation de la croissance mycélienne de *Pleurotus eryngii*(De Cand. : Fr) Quélet, 1872 en boîte de Pétri', Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Juan, Y., Z. J. Yin, Y. Hailong, T. LiHua, and W. RuiJuan. 2012. "Mathematical study of the effects of temperature and humidity on the mycelium growth of *Pleurotus eryngii*." In 2012 First International Conference on Agro- Geoinformatics (Agro-Geoinformatics), 1-5.
- Julie Berger, Marie Jacquemier. 2021. 'développement durable Le gaspillage alimentaire, une problématique sociétale': 8.
- Kondamudi, Narasimharao, Susanta K. Mohapatra, and Mano Misra. 2008. 'Spent Coffee Grounds as a Versatile Source of Green Energy', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 11757-60.
- L, Galceran J. M. 2013. 'Cultiuextensiu de la gírgola de panical', Doctorat.
- Li, Ruirong, Qianwang Zheng, Jiali Lu, Yuan Zou, Junfang Lin, Liqiong Guo, Siqiang Ye, and Zhiming Xing. 2021. 'Chemical composition and deterioration mechanism of *Pleurotus tuoliensis* during postharvest storage', *Food Chemistry*, 338: 127731.
- Lin, P., Z. F. Yan, M. Kook, C. T. Li, and T. H. Yi. 2022. 'Genetic and Chemical Diversity of Edible Mushroom *Pleurotus* Species', *Biomed Res Int*, 2022: 6068185.
- Liu, K., and G. W. Price. 2011. 'Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds', *Bioresour Technol*, 102: 7966-74.
- Liu, T., X. Zhou, Z. Li, X. Wang, and J. Sun. 2019. 'Effects of liquid digestate pretreatment on biogas production for anaerobic digestion of wheat straw', *Bioresour Technol*, 280: 345-51.
- Mansour–Benamar, Malika, Jean-Michel Savoie, and Louis Chavant. 2013. 'Valorization of solid olive mill wastes by cultivation of a local strain of edible mushrooms', *Comptes Rendus Biologies*, 336: 407-15.
- Moehler, Markus, Andreas Teufel, and Peter R Galle. 2005. 'New chemotherapeutic strategies in colorectal cancer', *Rectal Cancer Treatment*: 250-59.
- Nefzaoui, A. 1991. 'Valorisation des sous-produits de l'olivier.' in X. Alibés and J. L. Tisserand (eds.), *Fourrages et sous-produits méditerranéens (Zaragoza : CIHEAM)*.
- Oei, Peter. 1993. 'La culture des champignons'.
- Oei, Peter, and Bram van Nieuwenhuijzen. 2005. *La culture des champignons à petite échelle: pleurotes, shiitakes et auriculaires (Agromisa/CTA)*.
- Olivier, Jean-Marc, and Jean Delmas. 1991. *La culture des champignons / Jean-Marc Olivier, Jean Laborde, Jacques Guinberteau... [et al.] ; préface, Jean Delmas (A. Colin: Paris)*.
- Patel, Yashvant, Ram Naraian, and VK Singh. 2012. 'Medicinal properties of *Pleurotus* species (oyster mushroom): a review', *World Journal of Fungal and Plant Biology*, 3: 1-12.
- *Pleurotus eryngii* (King oyster mushroom). 2022. (CABI International CABI).
- Quélet, L. 1872. *Les champignons de Jura et des Vosges (Imprimerie et Lithographie de Henri Barbier)*.
- Rodriguez Estrada, A. E., and D. J. Royse. 2007. 'Yield, size and bacterial blotch resistance of *Pleurotus eryngii* grown on cottonseed hulls/oak sawdust supplemented

- with manganese, copper and whole ground soybean', *Bioresour Technol*, 98: 1898-906.
- Rominiyi, OL, BA Adaramola, OM Ikumapayi, OT Oginni, and SA Akinola. 2017. 'Potential utilization of sawdust in energy, manufacturing and agricultural industry; waste to wealth', *World Journal of Engineering and Technology*, 5: 526-39.
 - Roussos, Sevastianos, Isabelle Perraud-Gaime, H. Lakhar, F. Aouidi, Y. Labrousse, N. Belkacem, Hervé Macarie, and J. Artaud. 2009. 'Valorisation biotechnologique des sous produits de l'olivier par fermentation en milieu solide.' in B. Karray, J. Khecharem and Sevastianos Roussos (eds.), *Pour un secteur oléicole rénové, rentable et compétitif en Méditerranée = For a renovated, profitable and competitive Mediterranean olive growing sector : proceedings Olivebioteq 2009* (Institut de l'Olivier: Sfax).
 - Samia, Djadouf Arezki, Abdelkader Tahakourt, Nasser Chelouah, and Djoudi Merabet. 2011. 'Étude de l'influence des ajouts (grignon d'olive et foin) sur les caractéristiques physico-mécaniques de la brique de terre cuite', *COST*, 9: 1-7.
 - Sebban, A., A. Bahloul, M. Saadoune, A. Ait Kassi, M. Berrada, J.L. Pineau, and S. Kitane. 2004. 'Schéma de valorisation des grignons d'olives produits par les maâsras marocaines', *Environnement, Ingénierie & Développement*, N°34 - 2ème Trimestre 2004: 39-43.
 - Singh, Romi. 2017. 'A review on different benefits of mushroom', *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12: 107-11.
 - Soh, Eugene, and Hortense Le Ferrand. 2023. 'Woodpile structural designs to increase the stiffness of mycelium-bound composites', *Materials & Design*, 225: 111530.
 - Vetvicka, Vaclav, Ofer Gover, Michal Karpovsky, Hilla Hayby, Ofer Danay, Nirit Ezov, Yitzhak Hadar, and Betty Schwartz. 2019. 'Immune-modulating activities of glucans extracted from *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*', *Journal of Functional Foods*, 54: 81-91.
 - Wong, Y. S., and X. Wang. 1991. 'Degradation of tannins in spent coffee grounds by *Pleurotus sajor-caju*', *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 7: 573-74.
 - Zeitoun, Rawan. 2011. 'Procédés de fractionnement de la matière végétale: application à la production des polysaccharides du son et de la paille de blé'.