

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou**



**Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques**

**Département des Sciences Alimentaires**

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

**THEME**

**Productions et conditionnement des  
Champignons comestibles espèces Pleurote**

Présenté par : ZERROUGUI Bilal

Soutenu le : 13 /07/2023

Devant le jury :

Président :	Mme REMANE Y.	MCB	UMMTO
Promotrice:	Mme CHENAH M.	MCB	UMMTO
Examineurs:	M BENGANA M	MCB	UMMTO
	Mme ZAREB A.	MCB	UMMTO

Année Universitaire : 2022/2023

### ***Remerciement***

Tout d'abord. Je loue Allah le seul et l'unique qui ma permis et guidé de finaliser de ce travail

Je remercie ma promotrice Madame Chenah May, tout d'abord parce qu'elle a bien voulu accepter de m'encadrer et de diriger cette modeste recherche ainsi que pour ces précieux conseils, c'est recommandations éclairées.

Mes remerciements s'adressent au madame REMANE Y pour l'honneur qu'il me fait en président le jury d'évaluation de ce travail et ces sincères encouragements.

De la même façon, je remercie particulièrement les deux autres membres du jury Monsieur BENGANA M et Madame ZAREB A pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce travail.

Je remercie les enseignants de l'agroalimentaire.

## *Dédicace*

Je dédie ce modeste mémoire :

A tous ceux qui m'ont offert les raisons d'espérer et de croire.

A tous ceux qui m'ont été une bonne source d'aspiration et de volonté.

A mes parents Ahmed et Fatiha.

A tout ma famille

A mes trois sœurs Kamilia, Katia et kahina et mon frère Amine A mes amis

A mes collègues en agroalimentaire

A tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation du primaire jusqu'au master 2.

Enfin, à tous qui m'aime.

<b>Tableau 01:</b> Représentation de la composition proximale de certains champignons comestibles.....	04
<b>Tableau 02 :</b> Systématique du Pleurote en huître.....	09
<b>Tableau 03:</b> Les différentes espèces de pleurotes .....	10
<b>Tableau 04:</b> Les composés chimiques du marc de café.....	13
<b>Tableau 05:</b> Composition chimique des grignons d'olives.....	14
<b>Tableau 06:</b> composition chimique de la paille de blé.....	15
<b>Tableau 07 :</b> Méthodes utilisées pour les analyses microbiologiques.....	35
<b>Tableau 08:</b> Résultats physicochimiques des pleurotes .....	36
<b>Tableau 09 :</b> Résultats du test de stabilité.....	38
<b>Tableau 10 :</b> Résultats des analyses microbiologiques des conserves de pleurotes après 30 et 60 jours de conservation.....	40

<b>Figure 01</b> : Champignons inférieurs.....	03
<b>Figure02</b> : Champignons supérieurs.....	03
<b>Figure 03</b> : Champignon de paris.....	06
<b>Figure 04</b> : Campignon Shiitaké.....	07
<b>Figure 05</b> : Champignon Pied-bleu.....	07
<b>Figure 06</b> : pleurotes en huitres.....	08
<b>Figure 07</b> : présentation les différents composants de champignons.....	09
<b>Figure 08</b> : Cycle de vie de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	11
<b>Figure 09</b> : étapes de culture des champignons comestibles.....	17
<b>Figure 10</b> : Boite à champignons ( <i>Pleurotes ostreatus</i> ).....	21
<b>Figure : 11</b> Grains de blé dur .....	21
<b>Figure 12</b> : Marc de café .....	22
<b>Figure 13</b> : Sciure de bois.....	22
<b>Figure 14</b> : sac de mycélium et substrat.....	23
<b>Figure 15</b> : liquide mycélien.....	24
<b>Figure 16</b> : Culture de blanc.....	25
<b>Figure 17</b> : lardage par le blanc « mycélium ».....	25
<b>Figure 18</b> : lardage par liquide mycélien.....	26
<b>Figure 19</b> : Fructification.....	27
<b>Figure 20</b> : pleurote en huitre prête à la récolte.....	27
<b>Figure 21</b> : Etapes de blanchiment.....	28
<b>Figure 22</b> : Conservations des Pleurotes.....	29

## Liste des Abréviations

---

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

PH: Potentiel hydrogène

(MS): Matière sèche.

(MM) : Matière minérale.

(MAT) : Matières azotées totale.

(CB) : Cellulose brute.

(MG) : Matière grasse.

CCLS : Coopérative de Céréales et de légumes Secs.

ISO : Organisation Internationale de normalisation.

NH<sub>3</sub> : L'ammoniac.

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> : acide borique.

H<sub>2</sub>O : Eau.

NaOH : hydroxyde de sodium.

Na<sup>+</sup> : Sodium.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium.

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Acides sulfurique.

(ASR) : anaérobies sulfite-réducteurs

PCA : plate count agar.

FMAT : flore mésophile aérobie totale

UFC : Unité formant colonie.

- Liste des abréviations
- Liste des figures
- Liste des tableaux

Introduction.....01

**Chapitre I. Champignons et substrats**

I.1.Généralités.....02

I.2. Classification des champignons.....02

I.2.1. Champignons inférieurs (micromycètes ou myxomycètes) .....02

I.2.2. Champignons supérieurs (macromycètes).....03

I.3. Importance des champignons.....04

I.3.1. Nutritionnelle .....04

I.3.2. Médicinale.....04

I.3.3. Economique.....05

I.4.Champignons comestibles et champignons toxiques.....05

I.5. Définition.....05

I.6. Principales espèces comestibles cultivées dans le monde.....06

✓ Champignon de Paris.....07

✓ Shiitaké.....07

✓ Pied-bleu.....07

✓ Pleurotes .....07

✓ Pied-bleu.....07

I.7. Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*).....08

I.7.1. Définition.....08

I.7.2.Systématique.....09

I.7.3. Différentes espèces de pleurotes .....	10
I.7.4. Biocycle de <i>Pleurotus ostreatus</i> .....	10
I.7.5. Facteurs influençant la croissance et la fructification des Pleurotes.....	11
I.7.5.1. Facteurs nutritifs.....	12
I.7.5.2. Facteurs physiques.....	12
I.7.5.3. Facteurs chimiques.....	12
II : Substrats de champignon.....	13
II.1 Définition.....	13
II.2. Marc de café.....	13
II.2.1. Définition.....	13
II.2.2.Composition physico-chimique.....	13
II.3 Grignon d'olive.....	14
II.3.1. Définition.....	14
II.3.2. Composition chimique.....	14
II.4. Sciure de bois.....	14
II.4.1 Définition.....	14
II.4.2. Composition chimique.....	15
II.5. Paille de blé.....	15
II.5.1 Composition chimique.....	15
II.6. Carton.....	15
II.6.1. Définition.....	15
II.6.2. Composition chimique.....	16

II.7. Les étapes de culture des Champignons.....	16
II.8. productions et consommations des champignons comestibles en Algérie.....	18

## **Chapitre II : Conservation des champignons**

II.1 Généralité.....	19
II.2 Définition de la conservation.....	19
II.3 Techniques de conservation des champignons.....	19
II.3.1 Conservation par déshydratation (conservation de longue durée).....	20
II.3.2 Conservation en poudre (conservation de longue durée).....	20
II.3.3 Conservation par congélation (conservation de longue durée).....	20
II.3.4. Congélation rapide ou surgélation (conservation de longue durée).....	21
II.3.5. Conservation en saumure (conservation de longue durée).....	21

### **Matériels et méthodes**

□.Matériel.....	22
I.1 Matériel biologique.....	22
I.1.1 Souches de pleurotes.....	23
I.1.2 Grains de blé.....	23
I.1.3 Marc de café.....	24
I.1.4 Sciure de bois.....	24
I.2. Matériel non biologique.....	25
II. Méthodes.....	25
II.1. Méthodes de culture.....	25
II. 1.1. Préparation de la boite à champignon.....	25
II.1.2. Préparation du liquide mycélien.....	25

II.1.3. Culture du blanc (Semences).....	26
II.1.4.Lardage.....	27
II. 1.5. Fructification.....	28
II. 1.6. Récolte.....	29
II. 2. Méthodes de conditionnement.....	29
II. 2.1. Blanchiment des champignons.....	29
II. 2.2. Stérilisation.....	30
II. 2.3.Conditionnement dans la saumure.....	31
III. Analyses Physicochimiques.....	31
III.1 Détermination du taux d'humidité.....	31
III.2 Détermination du taux de cendres.....	32
III.3 Détermination de pH.....	33
III.4 Dosage des sucres totaux par colorimétrie, méthode phénol-acide sulfurique.....	33
III.5. Dosage des protéines.....	33
IV. Test de stabilité.....	34
V. Analyses Microbiologiques.....	35

### **Résultats et discussions**

I.1. Résultats des paramètres physicochimiques .....	38
I.2. Résultats des analyses microbiologiques.....	39
I.2.1. Résultat du test de stabilité.....	39
Conclusion.....	44

# Introduction Générale

Les champignons, avec environ 140 000 espèces estimées dans le monde, jouent un rôle crucial dans les écosystèmes en redistribuant les ressources alimentaires. Cependant, seulement 10% de ces espèces, soit environ 14 000, sont actuellement connues. Parmi elles, plus de 2 000 espèces sont comestibles, telles que le shiitake, les pleurotes et le champignon de couche, qui sont largement cultivées dans l'industrie alimentaire (Largeteau, 2007; Régulo, 2013).

Au fil des décennies, ces champignons ont suscité un intérêt croissant en raison de leur valeur nutritive élevée et de leurs bienfaits médicaux. Leur attrait pour la consommation humaine réside dans leurs caractéristiques uniques, notamment leur couleur, leur goût, leur arôme et leur texture (Belletini et al., 2016).

La culture commerciale des champignons comestibles peut être réalisée à partir d'une grande variété de déchets agro-industriels tels que la sciure de bois, les déchets de papier, la paille de céréales, la bagasse de canne à sucre, la pulpe de café et les feuilles de bananier (Miranda et al., 2010).

Par exemple, en Algérie, un pays classé parmi les plus grands importateurs de café, environ 75 000 tonnes de marc de café sont jetées chaque année. La sciure de bois, un sous-produit de l'industrie du bois, est également abondante. La culture des champignons offre une solution écologiquement viable pour valoriser ces déchets agricoles et agro-industriels. Non seulement elle permet de produire des champignons frais, mais elle transforme également une partie de ces déchets en protéines alimentaires de haute qualité (Girmay et al., 2016).

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude, qui vise à valoriser des déchets en cultivant le champignon pleurote sur deux substrats : la sciure de bois et le marc de café. Des analyses physicochimiques, des tests de stabilité et des analyses microbiologiques sont réalisés pour suivre la qualité du champignon tout au long du processus de culture et de conservation.

Ce document est divisé en deux parties. La première présente une synthèse bibliographique qui explore les champignons et leurs méthodes de conservation. La deuxième partie est consacrée à l'expérimentation, avec la description du matériel et des méthodes utilisés, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

# **Chapitre I : Les champignons**

## I.1. Généralités

Les champignons appartiennent au règne des Fungi, un groupe qui se distingue nettement des végétaux, des animaux et des bactéries. Il leur manque la caractéristique principale des végétaux : la capacité d'utiliser directement l'énergie du soleil grâce à la chlorophylle. Ils doivent donc assurer leur alimentation à partir d'autres organismes, en absorbant les substances nutritives du matériau organique dans lequel ils vivent. L'organisme vivant des Fungi est un mycélium constitué d'un fin réseau de filaments appelés hyphes. Sous certaines conditions, les hyphes sexuellement compatibles fusionnent et forment des spores. Les structures les plus grandes (supérieures à 1 mm) produisant des spores sont appelées champignons. C'est la partie que l'on remarque le plus dans la nature, mais elle ne constitue qu'une fructification. La partie la plus importante se trouve sous le sol ou à l'intérieur du bois. (Oei, 2005). Sur le plan commercial, les champignons sont cultivés dans des grottes, sur des étagères remplies de matériel végétal, et dans des serres où la température moyenne est fraîche (Sulman et al., 2011). En tant que culture horticole, les champignons sont riches en protéines, fibres, vitamines et minéraux, ce qui leur confère une grande valeur nutritionnelle (Narayanasamy et al., 2008).

Les champignons sont classés communément en trois grandes catégories en fonction de leur mode de nutrition, on retrouve les saprophytes qui se nourrissent à partir de la matière organique morte, les parasites qui se nourrissent à partir de la matière organique vivante et les symbiotiques qui développent une association obligatoire avec les végétaux pour assurer leur survie en milieu naturel (Gévry, 2009).

## I.2. Classification des champignons

Les champignons peuvent être divisés en deux catégories principales: les champignons micromycètes et les champignons macromycètes. Ces deux groupes se distinguent par leurs caractéristiques morphologiques et leur mode de reproduction

### I.2.1. Champignons inférieurs (micromycètes ou myxomycètes)

Les micromycètes sont un groupe diversifié d'organismes, principalement composé d'organismes unicellulaires. Parmi eux, on trouve des levures, des moisissures, ainsi que les Chytridiomycota et les Zygomycota.



**Figure 01 : Champignons inférieurs**

### I.2.2. Champignons supérieurs (macromycètes)

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



**Figure 02 : Champignons supérieurs**

### I.3. Importance des champignons

#### I.3.1. Nutritionnelle

Les champignons sont une bonne source de nombreuses protéines, de minéraux et de plusieurs vitamines et sont considérés comme un complément alimentaire utile. Ils suscitent un intérêt croissant dans l'industrie des aliments naturels (**Halpern, 2007**). En plus de la valeur nutritionnelle ils ajoutent de la saveur aux aliments. Ils sont souvent considérés comme un moyen pour remplacer la viande, dont la valeur nutritionnelle est au moins comparable à celle de nombreux légumes. La consommation de champignons peut donc être un complément précieux à l'alimentation souvent déséquilibrée dans les pays en développement (**Birhanu et Zerihun, 2012**). La composition nutritionnelle des champignons est représentée dans le tableau 01.

**Tableau 01:** Représentation de la composition proximale de certains champignons comestibles (**Mria Elena et al., 2014**).

Espèces	Protéines %	Lipides %	Glucides %	Energie Kcal / kg
<i>Agaricus bisporus</i>	14.1	2.2	74.0	325
<i>Lentinus edodos</i>	4.5	1.73	87.1	772
<i>Pleurotus ostreatus</i>	7.0	1.4	85.9	416
<i>Pleurotus eryngii</i>	11.0	1.5	81.4	421
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	37.4	1.0	55.3	390
<i>Pleurotus giganteus</i>	17.7	4.3	78.0	364

#### I.3.2. Médicinale

Les champignons comestibles présentent un intérêt thérapeutique en plus de leur valeur nutritionnelle. Leur paroi cellulaire contient divers composés bioactifs tels que les  $\beta$ -glucanes, des polysaccharides, ainsi que des protéines et des métabolites secondaires organiques tels que des stéroïdes, des terpènes et des composés phénoliques. L'activité de ces composés est influencée par des facteurs tels que le type de champignon, son stade de développement et ses conditions de croissance (**Guillamón et al., 2010**). Certaines espèces de champignons présentent d'importantes propriétés anti- inflammatoires (**Lull et al., 2005**). Les champignons

comestibles ont été décrits en médecine orientale en raison de leurs effets hypocholestérolémiques (Guillamón, 2010). Ainsi, ils réduisent les risques du système cardiovasculaire (Mori, 2008).

### I.3.3. Economique

La culture et le commerce des champignons offrent des opportunités de subsistance qui vont au-delà de la simple lutte contre la pauvreté. Ils permettent de renforcer les capacités d'individus et de communautés à exploiter d'autres opportunités économiques, en générant des revenus rapides et plus élevés. Cette activité attractive trouve sa place aussi bien dans les régions rurales que dans les zones urbaines et périurbaines. Qu'il s'agisse d'une petite ou d'une grande échelle, elle convient aussi bien à l'autoconsommation qu'à la création d'un revenu supplémentaire ou et principal (Marshall Nair, 2009).

La cueillette et le commerce de champignons sauvages comestibles sont considérés comme économiquement importants dans de nombreuses zones rurales d'Afrique, notamment au Bénin, au Togo et au Ghana, où la culture des champignons pleurotes génère des revenus pour les femmes, contribuant ainsi à leur indépendance économique (Oseni et al., 2016).

### I.4. Champignons comestibles et champignons toxiques

Les populations rurales ont des connaissances mycologiques traditionnelles leur permettant de reconnaître les champignons comestibles ou non. La notion de la « comestibilité » ou la « toxicité » varie d'un pays à l'autre (Ndong, 2009). A titre d'exemple, en Finlande orientale, la fausse morille précuite, *Gyromitra esculenta*, est une spécialité culinaire par contre aux Etats-Unis, elle est toxique donc non comestible (Boa, 2006). De nombreux champignons supérieurs (1%) sont toxique, voire même mortels. Les espèces les plus vénéneuses sont souvent confondues avec les espèces comestibles (Viala et Botta, 2005).

De nouvelles espèces, jadis reconnues comme comestibles, sont mortelles ou très toxique à l'état cru. D'autres s'avèrent mortelles en cas de surconsommation (Viala et Botta, 2005).

### I.5. Définition

Les champignons comestibles sont des champignons que l'on peut manger, car contrairement aux champignons toxiques, leurs consommations ne forment pas un risque pour la santé. En revanche tous les champignons comestibles ne sont cependant pas mangeables, c'est-à-dire que certains champignons non toxiques ne sont pas bons et ceci pour le critère gustatif.

Selon la FAO, nous consommons environ un millier d'espèces différentes de champignons (Gévry et al., 2009).

### I.6. Principales espèces comestibles cultivées dans le monde

Les champignons les plus consommés sont ceux du genre *Agaricus* comme le champignon de Paris ou blanc, le crimini et le portobello. On retrouve aussi de plus en plus en épicerie des champignons de spécialités tels que le *pleurote*, le *shiitake* et l'*enoki*.

#### ✓ Champignon de Paris

C'est la variété la plus cultivée dans le monde. Blanc ou blond, il est bien connu des Français depuis son apparition au XVIIe siècle à Versailles. Il a été cultivé principalement dans les carrières parisiennes jusqu'à la fin du XIXe siècle pour être aujourd'hui principalement cultivé dans la région de Saumur, en Pays de Loire. Avec 115 658 tonnes produites chaque année, la France est le 3<sup>ème</sup> producteur mondial de champignon de Paris (Tremblais, 2017).



**Figure 03:** Champignon de paris (Laurent, 2015).

#### ✓ Shiitaké

Originaire de Chine et du Japon, c'est le deuxième champignon le plus cultivé. On l'appelle aussi lentin de chêne, ou champignon parfumé. Son épais chapeau brun-roux est charnu. Sa chair est douce et spongieuse et sa saveur est délicate. Il doit être consommé exclusivement cuit. C'est l'un des champignons les plus bénéfiques pour la santé. (Tremblais, 2017).



**Figure 04 : Shiitaké (Tremblais, 2017)**

✓ **Pied-bleu**

Ce champignon se distingue par la couleur lilas à bleu violacé de son chapeau, de ses lamelles et de son pied. Son odeur fruitée et anisée est caractéristique (Tremblais, 2017).



**Figure 05 : Pied-bleu (Jacqueline, 1995)**

✓ **Pleurotes Pied-bleu**

C'est le troisième champignon le plus cultivé au monde. Il en existe une quarantaine d'espèces dont la plus répandue est celle en forme de coquille d'huître, ce qui lui vaut, en anglais, le nom d'« *oyster mushroom* ». Sa chair est ferme et sa saveur est douce et parfumée. (Tremblais, 2017).

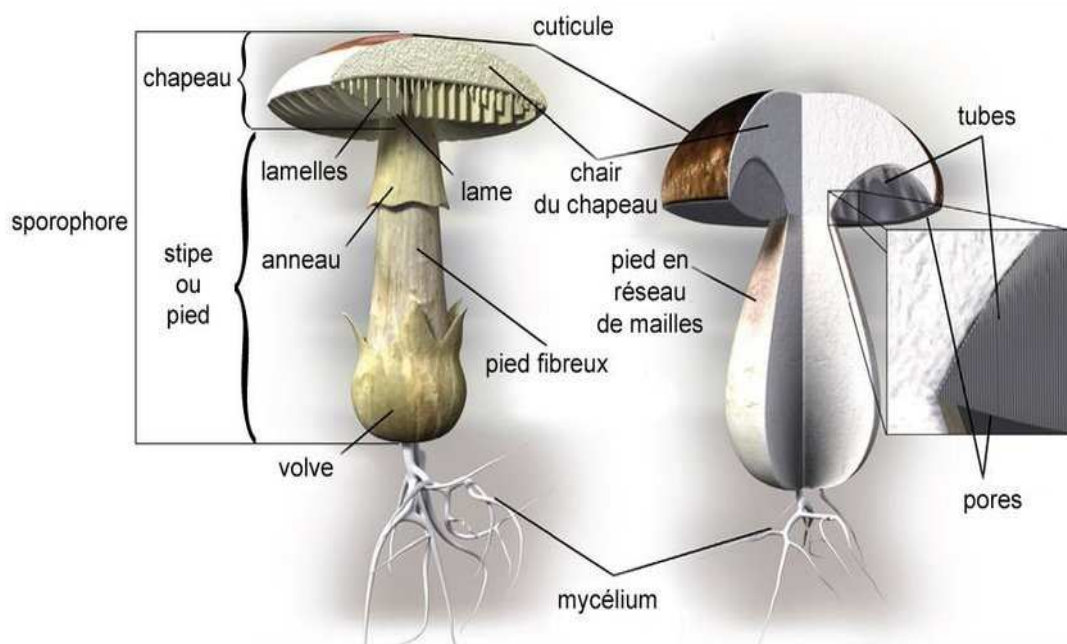


**Figure 06:** pleurotes en huitres (Tremblais, 2017)

## **I.7. Pleurotes (*Pleurotus ostreatus*)**

### **I.7.1. Définition**

*Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fries) Kummer appelé communément le pleurote en huitre, est un champignon comestible cosmopolite saprophyte, lignicole. Dans la nature, Il possède un chapeau gris plus ou moins foncé, en forme d’huitre, poussant latéralement sur les troncs d’arbres morts de type conifères ou feuillus. Il possède un pied ferme et excentré, courbé et court, des lames blanches et serrées, longuement décurrentes ; ces lames forment un tissu fertile appelé hyménium et renferment les basides avec leurs basidiospores. La chair est blanche et tendre, a odeur et saveur agréables. Cette partie du champignon correspond au carpophore ou sporophore. C’est la partie comestible du champignon.



**Figure 07 :** Différentes partie d'un champignon comestible (Gévry *et al.*, 2009).

### I.7.2. Systématique

La systématique du Pleurote en huître (Hibett *et al.*, 2014) est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 02 :** Systématique du Pleurote en huître.

<b>Règne</b>	Fungi
<b>Division</b>	Basidiomycota
<b>Classe</b>	Agaricomycetes
<b>Sous classe</b>	Agaricomycetidae
<b>Ordre</b>	Agaricales ou Tricholomatales
<b>Famille</b>	Pleurotaceae
<b>Genre</b>	<i>Pleurotus</i>
<b>Espèce</b>	<i>P. ostreatus</i>

### I.7.3. Différentes espèces de pleurotes

Les pleurotes sont des champignons comestibles appartenant au genre *Pleurotus*, qui est composé de plusieurs variétés. Chaque variété de pleurotes se distingue par des caractéristiques spécifiques telles que la forme, la couleur, la texture et le goût (Oei, 2005). Les variétés les plus courantes de pleurotus sont résumées dans le tableau 03

**Tableau 03:** Les différentes espèces de pleurotes (Oei, 2005).

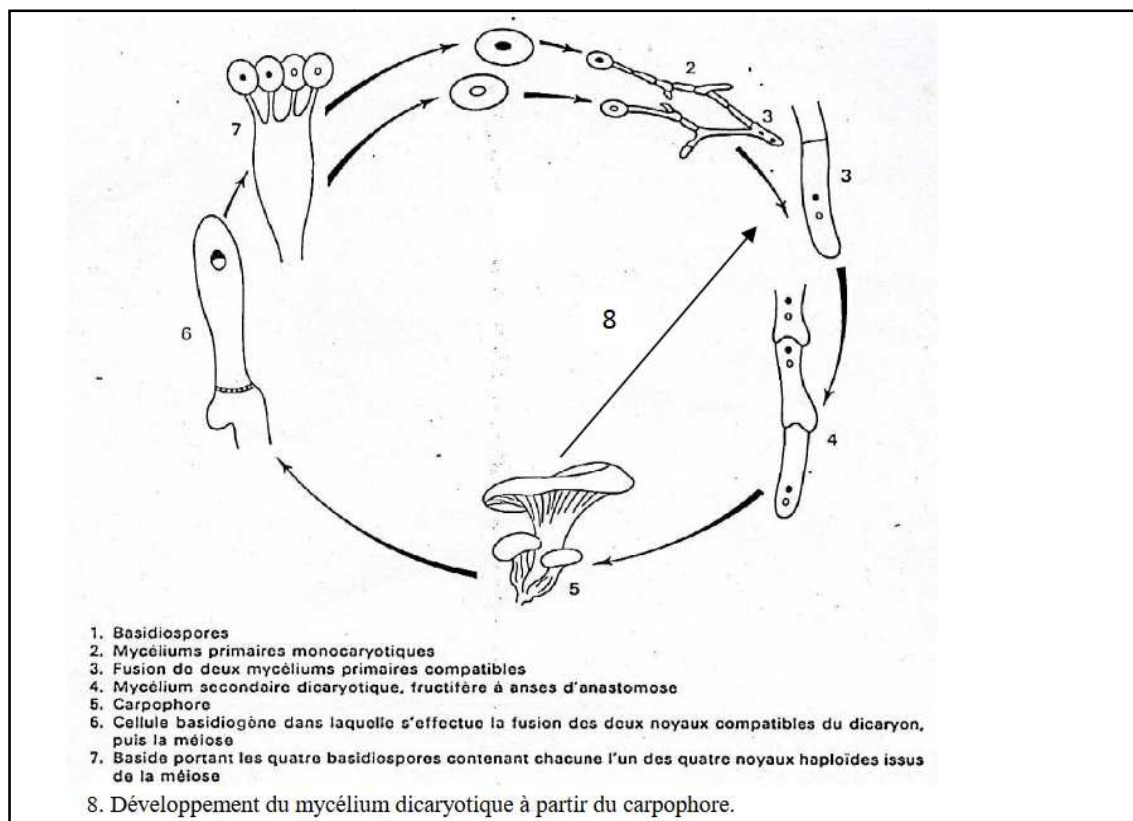
Espèces	Durée d'envahissement	Température de fructification
<i>Pleurotus sajor-caju</i>	3 semaines	18 à 30°C
<i>Pleurotus cystidiosus</i>	5 à 6 semaines	25 à 28°C
<i>Pleurotus ostreatus</i>	4 à 5 semaines	10 à 20°C
<i>Pleurotus flabellatus</i>	4 à 5 semaines	20 à 28°C
<i>Pleurotus eryngii</i>	6 à 7 semaines	18 à 22°C
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	4 à 5 semaines	13 à 20°C
<i>Pleurotus cornucopiae</i>	4 à 5 semaines	15 à 25°C
<i>Pleurotus eous</i> ( <i>pleurotus salmoneostramineus</i> , <i>pleurotus incarnates</i> )	4 à 5 semaines	18 à 22°C
<i>Pleurotus ostreatus</i> var. « colombinus »	3 semaines	12 à 20°C
<i>Pleurotus tuberregium</i>	Aucune donnée disponible	Température mycélienne
Optimale : 25°C, ordre de fructification probablement similaire au pleurotus flabellatus		

### I.7.4. Biocycle de *Pleurotus ostreatus*

Selon Delmas (1989), Olivier et al. (1991) et Oei (1993), le cycle de vie des pleurotes comprend deux phases distinctes :

- La première phase est la phase végétative, qui correspond à la croissance et au développement du mycélium monocaryote primaire issu de la germination des basidiospores.
- La seconde phase est la phase de fructification, où les carpophores se forment après la conjugaison (plasmogamie) de deux mycéliums monocaryotes haploïdes compatibles, créant un mycélium dicaryote secondaire.

Les conditions environnementales défavorables déclenchent l'agrégation de ce mycélium, formant des primordiums qui se développent en carpophores, où se trouvent des basides, sites de la reproduction sexuée. Après la méiose, des basidiospores mononucléaires haploïdes se détachent et germent pour donner naissance à une nouvelle génération. Une représentation schématique du cycle de vie des pleurotes est présentée dans la figure 08.



**Figure 08 : Cycle de vie de *Pleurotus ostreatus* (Delmas, 1989).**

### I.7.5. Facteurs influençant la croissance et la fructification des Pleurotes

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

### I.7.5.1. Facteurs nutritifs

Du fait de son mode de vie saprotrophe, ce genre de champignon exige durant son développement et sa croissance un milieu de vie qui contient une source de carbone ; selon les travaux de Salem *et al.* (2014), Chang & Miles (2004), Olivier *et al.* (1991) et Delmas (1989), le glucose reste la meilleur source de carbone mais l'amidon, le fructose, le galactose, le maltose, le mannose et le saccharose peuvent être utilisés ainsi que la lignine et la cellulose retrouvés dans divers résidus agricoles et agro-industriels. Il nécessite également une source d'azote, qui se trouve dans le sulfate d'ammonium et l'urée, ainsi que des minéraux comme le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium et des oligo-éléments comme le zinc, le cuivre, le fer et le manganèse. Les pleurotes ont également besoin de thiamine (Delmas., 1989).

### I.7.5.2. Facteurs physiques

Les principaux facteurs physiques affectant la croissance du pleurote sont la température, l'humidité, la lumière et la ventilation. La croissance mycélienne est bonne entre 20 et 25°C et optimale vers 25°C. La fructification nécessite une température d'environ 15°C et l'induction de la fructification nécessite une baisse de température. L'humidité doit être comprise entre 80 et 85 % pendant la phase d'incubation du mycélium et entre 80 et 90 % pendant la phase de fructification (Olivier *et al.*, 1991). La lumière n'est nécessaire que pendant la fructification (Oei, 2005).

### I.7.5.3. Facteurs chimiques

Les facteurs chimiques qui affectent la croissance et la fructification du mycélium sont : le gaz (O<sub>2</sub>) et le pH. En tant qu'organismes aérobies, les champignons cultivés ont besoin d'oxygène pour respirer et pour dégrader certaines substances comme la lignine (Olivier, 1991). Lors de la fructification, la teneur en CO<sub>2</sub> du substrat doit être inférieure à 0,1 %. En effet, une concentration élevée en CO<sub>2</sub> est bénéfique pour la croissance du mycélium mais pas pour sa fructification (Oei, 2005).

Les champignons se développent, de manière optimale, sur des supports légèrement acides, c'est-à-dire, ayant un pH variant entre 5,5 et 6,5 (Chang & Miles, 2004), cependant *Pleurotus ostreatus* se développe, de manière sélective, à des pH basiques (pH ≥ 7,5). (Philipoussis, 2009). L'activité du champignon entraîne une acidification du substrat (Mansour-Benamar *et al.*, 2014).

## II : Substrats de champignon

### II.1 Définition

Le substrat est un milieu de culture de champignons qui peut être du compost, des sous-produits agricoles ou de la culture de champignons et des déchets industriels. Selon le type de champignons, les substrats les plus connus sont les feuilles de bananier, bractées d'ananas, coco, son de café, pulpe de café, épi de maïs, écorce d'orange, son de riz, paille de riz, bagasse de sisal, bagasse de canne à sucre et paille de blé (**Amin et al., 2010**).

### II.2 Marc de café

#### II.2.1. Définition

Le marc de café est le résidu de la consommation du café soluble obtenu après torréfaction et mouture des grains de café marchands et extraction à l'eau bouillante ou à la vapeur d'eau (**Mansour-Benamar, 2016**).

#### II.2.2. Composition physico-chimique

Le marc de café possède des propriétés, physiques et chimiques. La composition du marc de café est essentiellement faite de carbone qui représente l'élément majoritaire, de polysaccharides, de lipides, de protéines, de polyphénols et de minéraux (**Zamora et al., 2015**). Le tableau 04, regroupe les principaux composés du marc de café.

**Tableau04:** Les composés chimiques du marc de café (**Ballesteros et al., 2014**).

Eléments	Quantité 100g (% de matière sèche)
Cellulose	12,40
Hémicellulose	39,90
Lignine	23,90
Protéines	17,44
Lipides	2,29
Carbone (C)	47,18
Azote (N)	02,76
C/N	16,91
Cendres	01,30

Concernant les propriétés physiques, le marc de café possède un haut taux d'humidité variant entre 55 et 80 % (**Cruz et al., 2015**).

## II.3 Grignon d'olive

### II.3.1. Définition

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

### II.3.2. Composition chimique

La composition chimique de grignons varie en fonction des variétés d'olives triturées, elle est résumée dans le tableau 05

**Tableau 05:** Composition chimique des grignons d'olives (Nefzaoui, 1984).

Matière sèche (MS)	Matière minérale (MM)	Matières azotées totales (MAT)	Cellulose brute (CB)	Matière grasse (MG)
75-80%	3-5%	5-10%	35-50%	8-15%

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

## II.4. Sciure de bois

### II.4.1 Définition

La sciure est le résidu généré par les dents de scie lorsque le bois est coupé. Dans le passé, il a été utilisé de manière limitée par l'industrie des pâtes et papiers.

La sciure de bois est un déchet de l'industrie du bois et du bois. Comme il possède une capacité de cuisson, il est normalement utilisé comme source de combustible dans les processus thermiques (biomasse). Il est également utilisé comme matériau isolant (Demir, 2008).

## II.4.2. Composition chimique

Les principaux composants chimiques de la sciure de bois sont le carbone (60,8%), l'hydrogène (5,2%), l'oxygène (33,8%) et l'azote (0,9%). Le bois sec est principalement composé de cellulose, de lignine, d'hémicelluloses et de quantités mineures (5 à 10%) de matières étrangères (Horisawa *et al.*, 1999).

## II.5. Paille de blé

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

### II.5.1 Composition chimique

Les pailles de céréales sont riches en constituants pariétaux, fort incrustés de lignine, riche également en minéraux dont une partie de silice, mais pauvres en matières azotées et en matières grasses.

**Tableau 06:** composition chimique de la paille de blé (Février et Willequet, 2009).

Composés	Pourcentage de matière sèche
Hémicelluloses	31,7 ± 2,2
Lignine	10.0 ± 1.3
Cellulose	40.8 ± 3.0
Protéines	2.4 ± 0.4
Cendres	5.9 ± 1.0

## II.6. Carton

### II.6.1. Définition

Le carton est souvent issue de la filière de recyclage du papier et autres cartons. 60% du papier est recyclé ce qui participe à la fabrication de nouvelle caisse en carton. Dans ce cas, 91% de la cellulose provient de matière recyclée et 19% est de la fibre nouvelle issue de scierie ou de matériaux de forêt durablement gérée (Spyridon *et al.*, 2017).

### II.6.2. Composition chimique

Le carton est formé par des feuilles de papier contrecollées. La composition du carton est très proche de celle du papier. Il est composé majoritairement de matériaux naturels. On y recense : de la cellulose, un agent collant. La cellulose est une macromolécule très répandue car elle représente la moitié de tout le carbone organique contenu dans les êtres vivants. Le carton est composé de 40 à 50% de cellulose. Ce sont les chaînes formées par les molécules de cellulose qui constituent la matière du carton. Les cartons de moins bonne qualité comporte de la lignine qui est un ingrédient des parois cellulaires végétales. La lignine offre la rigidité au carton, il s'agit d'un polymère qui est décomposé par les champignons du sol. Un agent collant empêche le carton de prendre l'humidité, il s'agit du sulfate d'aluminium (alun) ou de colophane extrait de la résine de conifères (**Spyridon et al, 2017**).

### II.7. Les étapes de culture des Champignons

La culture des champignons passe par plusieurs étapes qui sont citées ci-dessous :

❖ Préparation du substrat : La préparation du substrat de culture dépend du type de champignon cultivé et du matériau utilisé. Cependant, la stérilisation est une étape importante pour éviter les contaminations (**Stamets, 2005**).

❖ Inoculation : L'inoculation peut être réalisée avec des spores ou du mycélium. Le mycélium est préféré car il est plus rapide et plus efficace (**Chang & Miles, 2004**).

❖ Incubation : L'incubation se fait dans des conditions contrôlées de température et d'humidité. L'objectif est de favoriser la colonisation du substrat par le mycélium (**Stamets, 2005**).

❖ Fructification : La fructification est la phase où les champignons se développent à partir du substrat. Cette étape nécessite des conditions particulières, notamment en termes de lumière et d'aération (**Chang & Miles, 2004**).

❖ Récolte : La récolte se fait lorsque les champignons atteignent leur taille et leur maturité optimales. Les champignons doivent être récoltés avant qu'ils ne commencent à libérer leurs spores (**Stamets, 2005**). Les étapes de culture représentent dans la figure 09

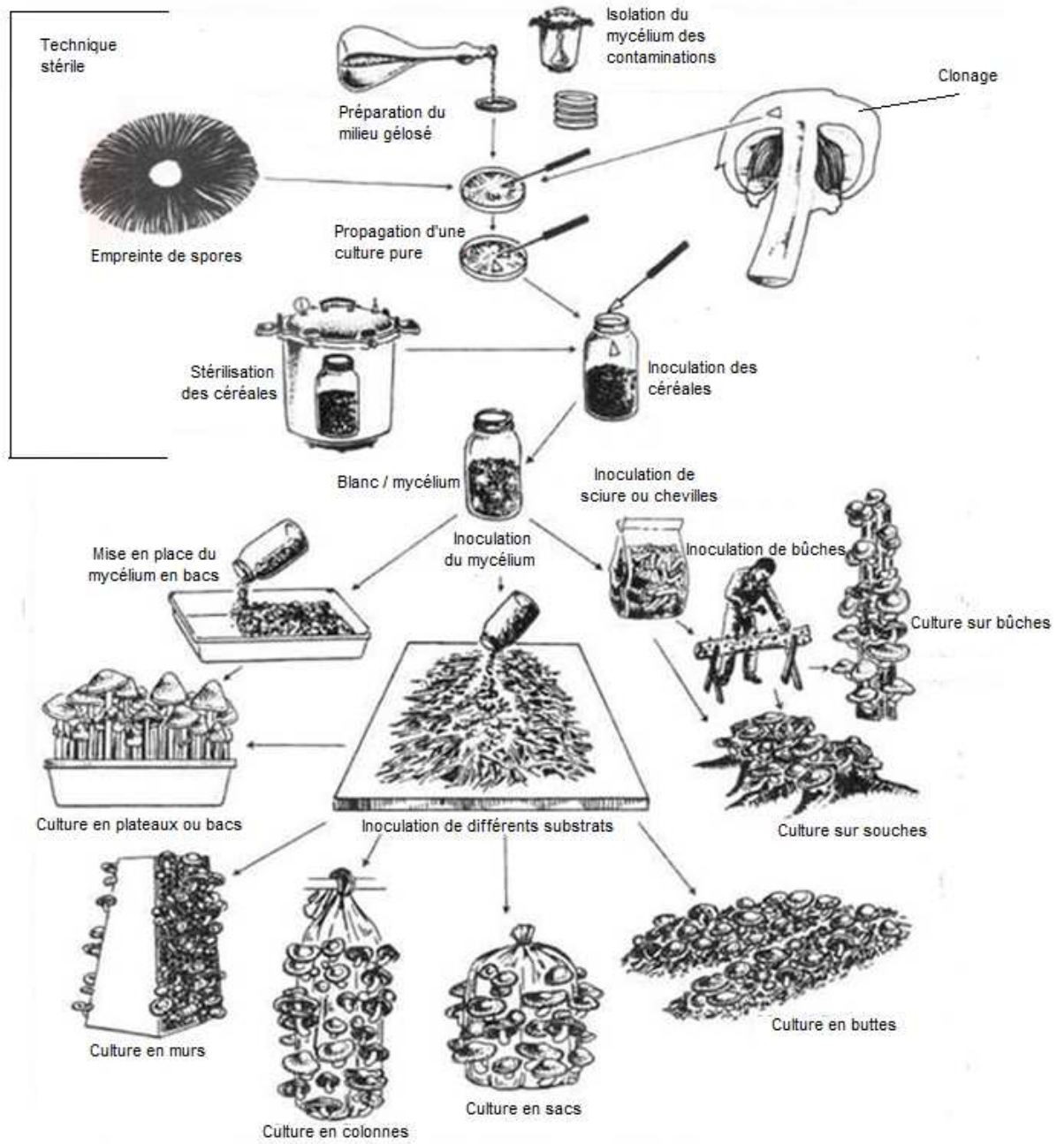


Figure 09 : étapes de culture des champignons comestibles

## **II.8. Productions et consommations des champignons comestibles en Algérie**

En Algérie la consommation des champignons comestibles est limitée aux ceux d'importation (conserves), vu que la production nationale en cette richesse nutritive est nulle. La production des champignons comestibles en Algérie a connu une augmentation ces dernières années. Mais elle reste relativement modeste par rapport à d'autres pays.

# **Chapitre II : Conservation des champignons**

## II.1 Généralité

Les denrées alimentaires que nous consommons sont en grande majorité d'origine biologique (végétale ou animale). Comme la plupart de ces produits ne sont disponibles que pendant certaines saisons de l'année et qu'ils s'altèrent rapidement lorsqu'ils sont frais, et subissent de modifications organoleptiques, nutritionnelles et/ou sanitaires au cours du temps (**Djioda, 2010**), il est nécessaire de développer des techniques de conservation qui nous assureraient des denrées alimentaires saines, non dangereuses, qui se garderaient le plus longtemps possible (**Touzi, 2008**).

Les champignons sont des organismes délicats qui ont une durée de vie relativement courte et qui peuvent se détériorer rapidement. La conservation des champignons est un aspect important de par leur utilisation culinaire et il est important de connaître les différentes méthodes de conservation pour choisir celle qui convient le mieux à chaque situation.

## II.2 Définition de la conservation

La conservation est l'ensemble des procédés de traitement dont l'objectif est d'augmenter la durée de vie des aliments, préserver leur comestibilité et leur propriété gustative et nutritive. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement (**Darinmou, 2000**). La consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation diminue la valeur nutritive des produits. Autrement dit, les aliments conservés sont moins bons pour la santé que les aliments frais (**Corlien, 2005**).

## II.3 Techniques de conservation des champignons

Les champignons sont des ingrédients polyvalents et savoureux utilisés dans de nombreuses recettes. Cependant, leur durée de conservation peut être limitée en raison de leur teneur élevée en humidité. Heureusement, il existe différentes techniques de conservation qui permettent de prolonger leur durée de vie, allant des méthodes simples adaptées à une conservation de quelques jours aux méthodes de longue durée pouvant durer jusqu'à un an et plus.

### II.3.1 Conservation par déshydratation (conservation de longue durée)

Le séchage; c'est à dire déshydratation ou bien dessiccation est le plus vieux, le plus ancien et le plus simple des modes de conservation. C'est de cette façon que les champignons gardent leurs arômes même en vieillissant (**Desfemmes, 2015**). Les champignons sont séchés à une température stable de 40-45°C pour préserver leur couleur et éviter le noircissement des tranches. Il est important de ne pas dépasser 60°C, car cela altérerait les cellules des tranches et nuirait à leur réhydratation ultérieure. Après un séchage initial de 30 minutes à une heure à 55°C pour éliminer les bactéries et les insectes, les tranches de champignon sont conservées dans des pots ou des sacs hermétiques pour éviter qu'elles ne se ré-humidifient. Idéalement, les champignons sont séchés dans un séchoir alimentaire ou un déshydrateur, mais il est également possible de les sécher sur une grille, une moustiquaire ou en les suspendant à une corde dans un endroit sec et bien ventilé à l'aide d'un ventilateur. Il est important de trancher les champignons très finement pour un séchage optimal. Avant de les mettre en pot, il est possible de les étaler sur une plaque à biscuits et les réchauffer légèrement au four pendant quelques minutes pour éliminer toute humidité résiduelle, sans les cuire. Cette étape vise simplement à assurer qu'ils soient complètement secs (**Gévry et al., 2009**).

### II.3.2 Conservation en poudre (conservation de longue durée)

La poudre de champignon est produite en séchant les champignons dans un four ventilé à une température comprise entre 50 et 60°C, puis en les broyant. Cette poudre est couramment utilisée comme épice pour rehausser les saveurs, ou dans la préparation de veloutés aux champignons, ajoutant ainsi une touche délicieuse à ces plats. (**Anonyme**).

### II.3.3 Conservation par congélation (conservation de longue durée)

C'est une méthode très simple et très facile. C'est une bonne alternative pour garder l'état parfait du champignon; de sorte qu'après les avoir triés et nettoyés soigneusement il est préférable de les couper en petits morceaux et les plonger dans de l'eau bouillante. Il est aussi possible de les congeler crus (Les cuire avant la congélation à la vapeur ou à la poêle), ensuite, les égoutter et les laisser refroidir, à la fin les sécher avec du papier torchant avant de les mettre dans des sachets zippés ou dans des récipients à congélation (**Lacombe, 2017**).

### **II.3.4. Congélation rapide ou surgélation (conservation de longue durée)**

Il s'agit d'une technique qui permet de conserver les aliments à une température inférieure à celle de la congélation (**Murielle, 2009**). La surgélation est un procédé qui transforme brutalement l'eau des denrées alimentaires en glace. Elle cristallise l'eau à l'aide de températures très basses (au-dessous de -30 °C) et stabilise ensuite les aliments à -18 °C. Différentes techniques de surgélation ont été développées par l'industrie (**Monnier, Colette et al. 2010**). La surgélation doit intervenir rapidement après la récolte ou la confection des produits. Elle a l'avantage de ne former que de très petits cristaux de glace, évitant ainsi de déchirer l'enveloppe des cellules du produit, contrairement à une congélation lente qui provoque la formation de plus gros cristaux. Lors de la décongélation en revanche, les produits surgelés se comportent mieux lorsque celle-ci est réalisée lentement : ils conservent ainsi leur aspect, leurs couleurs, leurs saveurs et tous leurs éléments nutritionnels (**Grogna 2016**).

### **II.3.5. Conservation en saumure (conservation de longue durée)**

C'est une technique simple. Elle est basée sur la conservation des champignons dans leur propre jus à l'intérieur de verrines ou pots sous vide. C'est pour cela que pour assurer des meilleures conditions de conservations, il faut stériliser les verrines à utiliser. La technique consiste à bouillir 150g de sel par litre d'eau avant d'en recouvrir les champignons (en laissant les petits entiers et en coupant les autres en morceaux). Un filet d'huile est ajouté en surface qui évitera toute pellicule de moisissure avant de fermer hermétiquement (**Iris, 2019**).

# **Partie Expérimentale : Matériel et Méthodes**

## □.Matériel

### I.1 Matériel biologique

#### I.1.1 Souches de pleurotes

Dans cette étude, un mycélium d'une boîte à champignons « pleurote » prête à être cultivée achetée de Marseille (France) a été utilisée pour les ensemencements des substrats.



**Figure 10:** Boîte à champignons (*Pleurotes ostreatus*) (Originale, 2023).

#### I.1.2 Grains de blé

Ils sont utilisés pour la préparation du blanc (multiplication du mycélium). Les grains utilisés étaient des grains de blé dur provenant de la CCLS de Draa Ben kheda.



**Figure 11 :** Grains de blé dur (Originale, 2023).

### I.1.3 Marc de café

Le marc de café est souvent considéré comme un déchet de la cuisine et est jeté sans être utilisé. Cependant, ce résidu de café moulu a de nombreuses utilisations étonnantes qui peuvent être bénéfiques. Le Marc de café utilisé au cours de ce travail provient d'une collecte faite quotidiennement dans les cafés publics de la Wilaya de Boumerdès. Après la collecte, le marc de café a été nettoyé puis étalé sur des sacs en plastique pour le séchage à l'air libre après la stérilisation.



**Figure 12 : Marc de (Originale, 2023).**

### I.1.4 Sciure de bois

La sciure utilisée dans provient d'une collecte faite quotidiennement au niveau d'un atelier de menuiserie de la Wilaya de Boumerdès.



**Figure 13 : Sciure de bois (Originale, 2023).**

## I.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé dans cette étude est composé de verrerie, d'équipements et d'appareils ainsi que d'un ensemble de réactifs et de produits chimiques. (Annexe N°01).

## II. Méthodes

### II.1. Méthodes de culture

#### II. 1.1 Préparation de la boîte à champignon

Le sac à mycélium de la boîte à champignon est rempli d'eau de robinet ensuite il est placé dans le réfrigérateur pendant 48 heures pour provoquer un stress. Une fois le temps écoulé, le sac est vidé de son eau. Le sac de culture est mis dans un endroit où la température est de 18 et 25°C, en évitant les courants d'air et la lumière directe du soleil. De l'eau est vaporisée sur le substrat deux fois par jour afin de maintenir l'humidité. Après une quinzaine de jours le mycélium commence à germer.



**Figure 14** : sac de mycélium et substrat (Originale, 2023).

#### II.1.2. Préparation du liquide mycélien

L'eau du sac à mycélium préalablement vidé est récupérée pour ensemercer les substrats de café, blé et sciure de bois.



**Figure15** : liquide mycélien (Originale, 2023).

### II.1.3. Culture du blanc (Semences)

Cette culture vise à encourager la croissance du mycélium sur un substrat stérile et approprié. Le résultat obtenu après cette opération est appelé "blanc-mère" ou "blanc de semis" et sera utilisé plus tard pour inoculer le substrat de fructification. Les étapes de cette culture sont comme suit :

➤ Préparation du substrat

Pour préparer le blanc, une quantité de graines de blé dur est tout d'abord nettoyée pour éliminer les impuretés et les graines cassées. Ensuite, les graines nettoyées sont versées dans des bocaux auxquels on ajoute de l'eau, puis le tout est stérilisé à l'aide d'un autoclave 120°C pendant 20 min.

➤ Inoculation et incubation

Le principe général de cette méthode, consiste à transférer le liquide mycélien préalablement préparé dans des bocaux contenant le blé dur stérile (substrat). L'ensemencement des bocaux s'effectue dans des conditions aseptiques suivi d'une incubation à 20°C pendant quelques jours.



**Figure 16 :** Culture de blanc (Originale, 2023).

### II. 1.4. Lardage

Le marc de café et la sciure de bois préalablement nettoyés et séchés à l'air libre sont pesés et remplis dans des sacs de 250 g et sont stérilisés à 120°C pendant 20mn.

Le lardage est une étape cruciale de cette opération. Le substrat doit avoir refroidi jusqu'à 30 °C. Deux techniques ont été appliquées dans ce travail l'une est le lardage avec le blanc « mycélium » et l'autre avec le liquide mycélien dans des sacs et bouteilles en plastique.

➤ Lardage par le blanc « mycélium »

Chaque sac et bouteille a été rempli par une première couche de mélange de substrat marc de café et sciure de bois suivie par un ensemencement avec le blanc « mycélium », puis une autre couche de substrat et blanc jusqu'au remplissage des contenants. Une fois les sacs et bouteilles remplis l'humidification se fait par l'ajout de l'eau.



**Figure 17 :** lardage par le blanc « mycélium » (Originale, 2023).

➤ Lardage par le liquide mycélien

Dans cette technique, le substrat composé de mélange en quantités équivalentes de marc de café et de sciure de bois est inoculé par le liquide mycélien, puis agité pour disperser le liquide mycélien de manière homogène.



**Figure 18** : lardage par liquide mycélien (Originale, 2023).

Une fois le remplissage et le lardage effectués, les sacs et les bouteilles ont été mis à une température d'environ 25°C, à l'obscurité pour une durée d'au moins deux semaines.

### II. 1.5. Fructification

C'est l'étape qui vient après le lardage (4 semaines après), une colonisation totale des sacs et bouteilles par les mycéliums jusqu'à l'obtention de la couleur blanche ; c'est la colonisation, le changement des conditions sera obligatoire car la fructification exige :

- Quantité de lumière : un éclairage entre 08 et 10 heures par jour avec une lumière blanche ou avec une lumière naturelle.
- La température : elle doit être plus basse que celles des croissances mycéliennes pour provoquer la fructification ; elle se situe entre 12 et 20°C.
- Taux d'humidité : une pulvérisation continue des sacs pour maintenir l'humidité de 75 à 80 %, un taux d'humidité trop élevée pour la fructification va favoriser le pied aux dépens de chapeau.



**Figure 19** : Fructification (**Originale, 2023**).

### **II. 1.6. Récolte**

Une fois mures, les champignons ont été récoltés manuellement en saisissant les pieds et en les tirant doucement ou en les tordant avec précaution. Un minimum de substrat est retiré avec. Tant que le mycélium sera blanc et ferme, on pourra poursuivre la récolte. Au total, on récoltera trois à quatre levées.



**Figure 20** : pleurote en huitre prête à la récolte (**Originale, 2023**).

## **II. 2. Méthodes de conditionnement**

### **II. 2.1. Blanchiment des champignons**

Après la récolte des pleurotes, ces dernières subissent une étape de nettoyage nettoyer afin d'éliminer les matières étrangères (restes de substrat et poussière) et un blanchiment dans le

but de réduire la charge bactérienne de surface, élimination de l'air occlus dans les tissus pour éviter un éventuel gonflement des boîtes lors de la stérilisation et aussi détruire les enzymes de type polyphénols oxydases .Le blanchiment était réalisé en immergeant les pleurotes dans de l'eau bouillante à laquelle on a ajouté un filet de jus de citron, pendant une courte durée d'environ cinq minutes. Ensuite, les champignons sont refroidis rapidement dans de l'eau glacée pour arrêter la cuisson. Les étapes de blanchiment sont représentées dans les figures suivantes :



**Figure 21 : Etapes de blanchiment (Originale, 2023).**

## II. 2.2. Stérilisation

La stérilisation est l'un des procédés les plus importants, que ce soit dans l'industrie agroalimentaire ou lors d'une préparation artisanale. L'emballage doit être stérile afin d'éviter toute source de contamination. Au cours de ce travail, nous avons utilisé des bocaux en verre stériles, grâce à l'utilisation d'un autoclave à une température de 120°C pendant 20mn.

## II. 2.3. Conditionnement dans la saumure

La conservation des champignons en saumure est l'une des techniques de conservation les plus utilisées, et c'est une technique facile à pratiquer. Pour réaliser cette méthode, nous avons utilisé 150 ml d'eau, 5 g de sel et du jus de citron, ensuite la saumure a été stérilisée.

Deux préparations ont été réalisées dans ce travail à savoir:

- Dans la première, nous avons utilisé de l'eau, du sel et du jus de citron.
- Dans la deuxième, nous avons utilisé de l'eau, du sel, du sucre et de l'ail.

L'étape finale consiste à mettre les pleurotes dans les bocaux de saumure stérile. Cette étape est représentée dans la figure sous-dissous :



**Figure 22:** Conservations des Pleurotes (Originale, 2023).

### III. Analyses Physicochimiques

#### III.1 Détermination du taux d'humidité

- **Principe**

Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation à l'étuve à  $103 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  d'une quantité déterminée des échantillons à analyser.

- **Mode opératoire**

La matière sèche (MS) constitue la partie de la matière végétale qui reste une fois que l'eau en a été totalement extraite. Elle est déterminée par séchage à l'étuve ventilée d'une prise d'essai

de 5g de poudre végétale à 105°C jusqu'à une masse constante de l'échantillon (**ISO 1026, 1982**).

Le taux de matière sèche est calculé suivant cette formule :

$$\text{Taux de matière sèche (\%)} = (M2-M0)/M1 \times 100$$

**Avec :**

M0 : masse de la capsule.

M1 : masse de la capsule avec le champignon.

M2 : masse de la capsule et de champignon après séchage

### **III.2 Détermination du taux de cendres**

- **Principe**

Les cendres représentent le résidu de composés minéraux qui reste après l'incinération d'un échantillon. L'incinération est conduite dans un four à moufle réglé à une température de 550°C pendant 3 h. Le résultat est exprimé en g de cendres par 100g de l'échantillon.

- **Mode opératoire**

Peser 5 g de l'échantillon à analyser dans un creuset en céramique, le mettre dans le four à moufle à 550°C pendant 3 h, laisser refroidir dans un dessiccateur jusqu'à une température ambiante (**AOAC, 1990**).

Le calcul du taux de cendre se fait selon la formule ci-dessous :

$$\text{Taux de cendre (\%)} = (M1 - M0 / M2) \times 100$$

**Avec :**

M1: Masse en gramme du creuset céramique avec le résidu après dessiccation et refroidissement.

M0: Masse en gramme du creuset céramique

M2: Masse de la prise d'essai.

### **III.3 Détermination de pH**

- **Principe**

La mesure du pH du produit consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après. La lecture se fait directement sur le pH-mètre.

- **Mode opératoire**

Verser une quantité de saumure dans un bécher, puis introduire le pH-mètre dans la solution et lire directement la valeur du pH sur le pH-mètre .

### III.4 Dosage des sucres totaux par colorimétrie, méthode phénol-acide sulfurique

- **Principe**

Le phénol en présence d'acide sulfurique peut être utilisé pour le dosage quantitatif des sucres et leurs dérivés méthylés, des oligosaccharides et des polysaccharides. C'est une méthode colorimétrique proposée par (**Dubois et al., 1956**). Un dosage colorimétrique est possible lorsqu'une réaction chimique donne des produits colorés et que l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser.

- **Mode opératoire**

Insérer 1 ml de l'échantillon à analyser dans un tube à essai, auquel on ajoute 1ml de la solution de phénol (5% p/v). Après agitation au vortex, 5 ml de l'acide sulfurique concentré sont ajoutés au mélange. Le mélange est chauffé 3 min au chauffe tube à 150°C puis les tubes sont mis à l'obscurité pendant 30 min. Lire l'absorbance à 487nm. Établir une courbe d'étalonnage avec du glucose, pour déterminer la concentration équivalente en glucose de l'échantillon étudié.

### III.5. Dosage des protéines

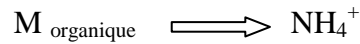
La teneur en protéines totale a été déterminée selon la méthode de Kjeldahl

- **Principe de la méthode de Kjeldahl**

**- La première étape est la minéralisation :**

Son but est de dégrader la matière organique azotée sous la forme de sel d'ammonium.

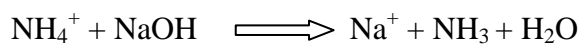
Équation de minéralisation :



Le pH acide permet au sel d'ammonium d'apparaître sous sa forme acide de l'ammonium  $\text{NH}_4^+$ . La dégradation de la matière organique azotée se fait à l'aide d'un catalyseur (du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium) et de l'acide sulfurique à haute température.

**- La deuxième étape est la distillation de l'ammonium par l'ajout de soude :**

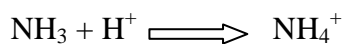
On cherche à transformer l'ammonium sous sa forme volatile, l'ammoniac. Équation de distillation :



La soude est ajoutée en excès afin de changer le pH acide en un pH basique, ce qui a pour effet d'obtenir de l'ammoniac. L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est entraîné par la vapeur d'eau par distillation. Les vapeurs d'ammoniac sont condensées au contact d'un réfrigérant.

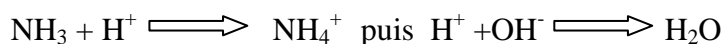
**- La troisième étape est le dosage :**

Soit directement ou indirectement. Pour un dosage direct, l'ammoniac est recueilli dans une solution d'acide borique ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). L'acide borique est un acide faible qui ne réagit pas avec l'ammoniac, il sert simplement de piège à ammoniac. (Il doit être en excès par rapport à l'ammoniac). L'ammoniac ainsi piégé est neutralisé au fur et à mesure de son arrivée par une solution étalonnée d'acide fort ( $\text{HCl}$  ou  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) en présence d'un indicateur coloré. On a donc :



Pour un dosage indirect, l'ammoniac est recueilli dans un volume connu et en excès d'une solution étalon d'acide fort ( $\text{HCl}$  ou  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). L'excès d'acide est ensuite dosé à l'aide d'une solution étalonnée de base forte, en présence d'un indicateur coloré (AOAC, 2007).

On a donc :



**IV. Test de stabilité**

La présente partie consacrée à des méthodes d'examen permettant de vérifier la stabilité biologique des boîtes de conserves et reconnus sans défauts susceptibles d'influer sur les résultats. Dans le cadre de la norme française, les définitions suivantes sont applicables :

1- Boîtes métalliques

- Boite normale : une boîte est dite "normale" lorsqu'elle ne présente notamment aucun des défauts majeurs énumérés ci-dessous.
- Boite floche : une boîte est dite "floche"
  - lorsque ses deux fonds (ou l'un de ses fonds) présentent une légère convexité, qui disparaît sous la pression des doigts, mais réapparaît lorsque cette pression cesse :
  - lorsqu'un seul fond présente une légère convexité qui disparaît sous la pression des doigts, mais se transmet au fond opposé.
- Boite bombée : une boîte est dite "bombée" lorsque les deux fonds (ou l'un des fonds) se sont déformés sous l'action d'une pression intérieure en prenant une forme convexe plus ou moins accentuée et lorsqu'ils ne peuvent pas reprendre leur position normale même sous une forte pression des doigts.
- Boite fuitée : une boîte est dite "fuitée" lorsqu'elle présente un défaut d'étanchéité visible ou mis en évidence par les examens décrits ci-après
  - 2- Bocaux en verre : en raison de la rigidité des bocaux en verre, les définitions précédentes ne sont applicables qu'aux seuls couvercles déformables.
    - Principe

Contrôle de la stabilité au moyen des épreuves suivantes :

- Incubation des boîtes à 37° C
- Incubation des boîtes à 55° C
- Examen de l'aspect extérieur (en cours d'incubation et après incubation)
- Examen des caractéristiques suivantes sur les bocaux incubés et sur un témoin non incubé :
  - Examen du produit : aspect, odeur, texture et pH

En fonction des examens énumérés dans la norme française, un individu est considéré comme stable lorsqu'il présente l'ensemble des caractéristiques suivantes, après incubation à 37° C ou 55° C selon le cas : - Absence de déformation de l'emballage - Différence de pH < 0,5 unité pH, par rapport au témoin.

## V. Analyses Microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont d'une importance primordiale pour les aliments, car elles permettent de détecter la présence de micro-organismes pathogènes et de vérifier la qualité

sanitaire des produits alimentaires. Ces analyses sont essentielles pour assurer la sécurité alimentaire et prévenir les maladies d'origine alimentaire.

Les analyses microbiologiques effectuées ont été réalisées sur les conserves pour les deux recettes utilisées et elles ont porté sur la :

- Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale à 30°C
- Recherche et dénombrement des levures et moisissures
- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Recherches et dénombrement des anaérobies sulfitoréducteurs (ASR) type *clostridium perfringens*

- Les méthodes utilisées pour effectuer les analyses microbiologiques sont citées dans le tableau suivant :

**Tableau 07 : Méthodes utilisées pour les analyses microbiologiques.**

<b>Germe recherché</b>	<b>Milieu de culture</b>	<b>Ensemencement</b>	<b>Incubation</b>	<b>Lecture</b>
<b>Flore mésophile aérobie totale</b>	PCA (plate count agar)	en masse	37 °C pendant 72h	colonies ayant poussé sur le milieu PCA de taille et de formes différentes et de couleur blanche.
<b>Les coliformes</b>	Milieu VBL	1. en solution.	1. A 37 °C pendant 24h à 48h.	trouble sur le milieu de culture devient jaune. Formation de gaz dans les cloches de Durham.
<b>Clostridium sifto réducteurs</b>	gélose viande-foie	en masse	A 37 °C ± 1 °C pendant 48 h	Colonies noires
<b>Levures et moisissures</b>	Gélose OGA  Milieu sabouraud	en masse	A 25°C pendant 5 jours	Levure : forme ronde. couleur crème, d'aspect crémeux. Moisissures : forme de poil de chat, couleurs variées selon le type de moisissure.

# **Partie Expérimentale : Résultats et discussions**

## I. Résultats et discussions

### I.1. Résultats des paramètres physicochimiques

Les résultats des paramètres physicochimiques obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 08:** Résultats physicochimiques des pleurotes

Paramètres	Résultats
Humidité %	91
Cendre totales %	6,6
Teneur en protéines totales %	2,3
Sucres totaux %	7,35

Les résultats du tableau 08 révèlent un taux d'humidité de 91%, cela signifie que la majeure partie du poids des champignons est constituée d'eau. Un taux d'humidité élevé est courant pour les champignons frais, car ils contiennent une quantité importante d'eau. Les champignons frais ont généralement un taux d'humidité élevé en raison de leur structure cellulaire et de leur capacité à retenir l'eau. Un taux d'humidité élevé est également essentiel pour la croissance et le développement des champignons. Des études antérieures, telles que celle menée par Oka et al. (2020), ont également trouvé des taux d'humidité élevés (90,1%) pour des pleurotes similaires. Le taux de cendre est de 6,6% ; la teneur en cendres peut être utilisée comme indicateur de la quantité de minéraux présents dans les pleurotes. Une teneur en cendres de 6% indique donc une présence significative de minéraux. Les cendres fournissent une estimation de la teneur en minéraux tels que le calcium, le potassium, le phosphore, le magnésium, le fer, etc. Les minéraux sont importants pour de nombreuses fonctions biologiques dans l'organisme. Des études antérieures, comme celle de Luo et Lin (1999), ont également montré des taux de cendres similaires pour la même espèce de pleurote cultivée. Toutefois, il convient de noter que les taux de cendres peuvent varier en fonction de

la souche de champignon, du substrat utilisé et des conditions de culture. Des études telles que celles menées par Ghellaf et Hesses (2021) et Kouame et al. (2018) ont trouvé des taux de cendres plus élevés pour d'autres espèces de champignons, ce qui peut être attribué à des différences dans les souches et les conditions de culture. En effet, selon ces auteurs, les champignons sont fortement riches en éléments minéraux (phosphore, potassium et magnésium, Fer, Cuivre, Zinc, Iode, Fluor, Cobalt, Chrome, chlore, soufre et sélénium). Ce qui expliquerait la forte teneur en cendres contenue dans les différentes espèces de champignons et leur contribution à la santé. Cette fraction importante en minéraux serait due à leur absorption dans le substrat par le mycélium en croissance, qui sont par la suite transloquées vers les sporophores (**Bellettini et al., 2016**).

La teneur en protéines trouvée est de 2,3g, les protéines sont des nutriments essentiels pour la croissance et la réparation des tissus, ainsi que pour de nombreuses autres fonctions biologiques. La teneur en protéines des champignons peut varier en fonction de l'espèce, du substrat (nature et composition) et des conditions de culture. Un substrat riche en azote favorise la croissance des champignons et peut augmenter leur teneur en protéines. De plus, les conditions de culture optimales, telles que la température, l'humidité, la luminosité et la ventilation, peuvent également influencer la teneur en protéines des champignons. Des études précédentes, telles que celles menées par Oka et al. (2020) et Blandeau (2012), ont montré des teneurs en protéines plus élevées pour différentes espèces de pleurotes.

Le résultat des sucres totaux ont révélé une teneur de 7,35%. Les glucides sont une source d'énergie importante pour les organismes et jouent un rôle crucial dans leur métabolisme. Dans les champignons, les principaux types de glucides présents sont les polysaccharides, tels que la chitine et les bêta-glucanes, qui peuvent avoir des propriétés bénéfiques pour la santé humaine. Il serait intéressant d'identifier les types spécifiques de sucres présents, car cela pourrait influencer la saveur et les caractéristiques organoleptiques des pleurotes. Les champignons sont généralement considérés comme aliment faibles en glucides ; cela peut être bénéfique pour les personnes qui suivent un régime pauvre en glucides. Les résultats trouvés dans cette étude sont supérieurs à ceux trouvés par **María-Elena et al. (2014) qui ont montré** .

## I.2. Résultats des analyses microbiologiques

### I.2.1. Résultat du test de stabilité

La qualité microbiologique des aliments est une composante essentielle, elle représente un enjeu considérable qui permettrait de garantir des approvisionnements alimentaires sains et nutritifs. **Selon la FAO et l'OMS (2005)**, la disponibilité des aliments sains et nutritifs est l'un des droits fondamentaux de l'homme et un facteur essentiel pour son état de santé adéquat.

Les résultats du test de stabilité sont représentés dans le tableau suivant:

**Tableau 09** : Résultats du test de stabilité

<b>pH</b>	<b>Echantillon (A)</b>	<b>Echantillon (B)</b>
<b>Avant stérilisation</b>	3,2	3
<b>Après stérilisation</b>	3	3,2
<b>Après l'incubation à 37°</b>	3,4	3,3
<b>Après l'incubation à 55°</b>	3	3,1

Un aliment est considéré comme stable lorsqu'il présente l'ensemble des caractéristiques suivantes, après incubation à 37° C et à 55° C selon le cas :

- Absence de déformation de l'emballage
- Différence de pH < 0,5 unité.

Le pH est un paramètre essentiel dans le test de stabilité des conserves alimentaires. Il joue un rôle critique dans la prévention de la croissance des micro-organismes indésirables, telles que les bactéries pathogènes, les moisissures et les levures, qui peuvent causer la détérioration des aliments et représenter un risque pour la santé. Le tableau 09 montre une différence de pH inférieure à 0,5 unité dans les échantillons A et B à 37 et 55°C ce qui est conforme aux normes, cela s'explique par une absence de croissance bactérienne qui fait augmenter l'acidité du milieu. D'après ces résultats, on peut déduire que le traitement thermique « la stérilisation » effectué sur les conserves est efficace. La stérilisation élimine les micro-

organismes indésirables, réduisant ainsi leur impact sur le pH des produits. Un processus de stérilisation efficace permet de garantir que les changements de pH observés lors du test de stabilité sont principalement dus à des facteurs intrinsèques du produit plutôt qu'à la contamination microbienne. Le résultat de ce test concorde à celui d'**Abouzahra (2017)** qui a travaillé sur des champignons de type cèpes et girolles.

Les aliments en conserve peuvent subir des réactions chimiques qui peuvent altérer leur pH. Par exemple, des réactions d'hydrolyse peuvent se produire, entraînant une augmentation ou une diminution du pH. En mesurant le pH avant et après l'incubation, on peut détecter ces changements et évaluer la stabilité du produit. Les micro-organismes présents dans les conserves peuvent également influencer le pH. Certains micro-organismes peuvent produire des acides ou des bases lorsqu'ils se multiplient ou métabolisent des composés présents dans les conserves. L'incubation à des températures élevées (comme 55 °C) favorise la croissance des micro-organismes acidifiants, tandis que l'incubation à 37 °C est plus propice à la croissance de micro-organismes alcalinisants. L'évaluation du pH avant et après l'incubation peut donc révéler les effets de la croissance microbienne sur la stabilité du produit. Les enzymes naturellement présentes dans les aliments peuvent également influencer le pH. Certaines enzymes sont actives dans des plages de pH spécifiques et peuvent catalyser des réactions chimiques qui modifient l'acidité du produit. L'incubation à des températures élevées peut accélérer l'activité enzymatique et ainsi affecter le pH des conserves. Le contrôle du pH avant et après l'incubation permet de surveiller ces changements et d'évaluer l'impact des enzymes sur la stabilité du produit. L'étanchéité des conserves est un facteur crucial pour préserver la stabilité du pH. Une bonne étanchéité empêche les échanges entre le contenu de la conserve et l'environnement extérieur, ce qui contribue à maintenir le pH initial du produit. Une mauvaise étanchéité peut entraîner des variations de pH après l'incubation, car les réactions chimiques avec l'air ou l'humidité peuvent se produire. En résumé, le pH est un paramètre essentiel dans les tests de stabilité des conserves alimentaires. Il permet d'évaluer les changements de pH avant et après l'incubation, ce qui est lié à des réactions chimiques, à la croissance microbienne et à l'activité enzymatique. Les facteurs clés pour assurer le succès de ces tests incluent une stérilisation appropriée, une étanchéité adéquate des conserves, une composition chimique appropriée et des conditions de stockage correctes. Il est important de se conformer aux normes et recommandations spécifiques pour les conserves alimentaires afin de garantir leur stabilité et leur qualité.

**Tableau 10** : Résultats des analyses microbiologiques des conserves de pleurotes après 30 et 60 jours de conservation :

Analyses		Résultats			
Durée de conservation	de	Après 30 jours		Après 60 jours	
Echantillons		Echantillon A	Echantillon B	Echantillon A	Echantillon B
<b>FMAT</b>		$4,9 \times 10^4$	$6 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$9 \times 10^4$
<b>Leveurs et moisissures</b>		$1,1 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$5,1 \times 10^5$
<b>ASR</b>		Abs		Abs	
<b>Coliformes</b>		Abs		Abs	

Les résultats des analyses microbiologiques sur les conserves de pleurotes montrent une absence d'anaérobies sulfitoréducteurs (ASR) et de coliformes, ce qui indique l'efficacité de la stérilisation préalable. L'absence des ASR suggère que la stérilisation a été efficace pour éliminer ces micro-organismes spécifiques. Les ASR sont des bactéries anaérobies qui produisent du sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) lorsqu'elles se développent, ce qui peut entraîner une détérioration des aliments et une mauvaise odeur. Leur absence indique que les mesures de stérilisation ont réussi à prévenir leur croissance. De même, l'absence de coliformes est un indicateur positif de la qualité microbiologique de nos conserves. Les coliformes sont une famille de bactéries qui comprennent des espèces d'origine fécale et d'autres espèces présentes dans l'environnement. Leur présence peut être préoccupante car elle peut indiquer une contamination fécale ou une mauvaise hygiène pendant la production ou la manipulation des aliments. Leur absence suggère que les pratiques de production et de manipulation ont été efficaces pour prévenir la contamination par des sources potentielles de coliformes. Nos résultats sont conformes à la norme **NF V08-061**, qui exige un nombre inférieur à 100 UFC/g. Il convient de noter que l'absence d'ASR et de coliformes ne garantit pas nécessairement l'absence totale de micro-organismes dans les conserves. D'autres types de micro-organismes

peuvent être présents et se développer dans des conditions propices, comme la flore mésophile aérobique totale (FMAT) et les levures et moisissures qui sont observées dans notre cas. C'est pourquoi il est important de mettre en place des procédures de stérilisation et des pratiques d'hygiène rigoureuses pour minimiser la croissance de tous les types de micro-organismes indésirables. Cependant, la présence et l'augmentation de la flore mésophile aérobique totale (FMAT) ainsi que des levures et moisissures suggèrent des problèmes de contamination post-stérilisation ou la résistance de certains micro-organismes à la chaleur. Malgré la stérilisation, il est possible que des micro-organismes résistants aient survécu ou que de nouvelles contaminations se soient produites lors de la manipulation ou du stockage des conserves. Les conditions de stockage, comme la température et l'humidité, peuvent également influencer la croissance des micro-organismes. Tous les résultats obtenus dépassent la limite de 10 000 UFC/g, ce qui n'est pas conforme à la norme **NF V08-59** qui exige une charge inférieure à 10 000 UFC/g. De plus, la présence de spores de moisissures, qui sont naturellement présentes dans l'environnement, peut expliquer leur développement ultérieur. Sans oublier le sertissage qui joue un rôle essentiel dans la qualité de la conservation des produits en conserve. Le processus de sertissage consiste à sceller hermétiquement le couvercle sur le bocal en verre, créant ainsi une barrière étanche à l'air et aux micro-organismes. Une bonne qualité de sertissage est cruciale pour prévenir la contamination et assurer la durée de conservation souhaitée. L'absence de sertissage dans ce travail pourrait être une explication possible de la croissance de la flore mésophile aérobique totale (FMAT) ainsi que des levures et moisissures. Sans un sertissage adéquat, il peut y avoir des fuites d'air ou des voies d'entrée pour les micro-organismes, ce qui favorise leur prolifération. Un sertissage de qualité dépend de plusieurs facteurs, telles que la pression appliquée lors du sertissage, la présence d'un joint d'étanchéité approprié et la conformité aux spécifications du fabricant du bocal. Il est important de suivre les instructions de sertissage recommandées et d'utiliser du matériel de sertissage approprié pour garantir une fermeture hermétique.

L'absence de sertissage peut entraîner une réduction de la durée de conservation des produits en conserve, ainsi que des risques de contamination et de détérioration.

Pour améliorer la qualité microbiologique des conserves, il est recommandé de réévaluer les procédures de stérilisation, les conditions de manipulation et de stockage, et d'identifier les sources potentielles de contamination, il est fortement recommandé aussi de mettre en place un processus de sertissage approprié pour assurer une fermeture étanche et prévenir la croissance des micro-organismes indésirables.

# **Conclusion**

### Conclusion

La culture des pleurotes offre une approche efficace pour la transformation des déchets organiques, permettant ainsi de réduire leur impact environnemental et de promouvoir une économie circulaire où rien n'est gaspillé. Ces champignons peuvent être cultivés sur une variété de substrats, tels que les résidus agricoles et les copeaux de bois, qui sont souvent considérés comme des déchets.

Les résultats physicochimiques de cette étude ont démontré que les pleurotes produits étaient riches en cendres, en sucre et en protéines, en faisant ainsi d'eux une source nutritionnelle précieuse. Les tests de stabilité ont confirmé le succès du traitement thermique de stérilisation. Cependant, les résultats microbiologiques pendant la phase de conservation ont révélé la présence de la flore mésophile aérobie totale ainsi que des levures et moisissures, dépassant les normes françaises. Ceci a été attribué à l'absence de sertissage des bocaux, ce qui aurait pu entraîner un contact du produit avec l'air, qui n'est pas exempt de ces micro-organismes. En ce qui concerne les germes pathogènes tels que les ASR et les coliformes, les résultats ont montré leur conformité aux normes, avec une absence totale dans les échantillons conservés.

La conservation des champignons est un défi en raison de leur nature délicate et périssable. Des mesures de conservation spécifiques sont nécessaires pour préserver leur qualité, leur valeur nutritive et garantir leur disponibilité tout au long de l'année.

Les principaux obstacles rencontrés au cours de cette étude étaient liés à l'indisponibilité de l'équipement approprié pour la fructification des sacsensemencés et à une contrainte de temps qui n'a malheureusement pas permis de mener l'étude à son terme.

Dans une perspective future, il serait intéressant d'optimiser les conditions de culture pour améliorer les rendements des champignons cultivés sur divers substrats. Une étude plus approfondie de la richesse nutritionnelle des champignons et de leur importance thérapeutique serait également pertinente pour renforcer la compréhension de leur potentiel.

En conclusion, cette étude démontre que la culture des pleurotes à petite échelle à partir de déchets organiques offre des avantages écologiques et économiques significatifs. Les résultats obtenus fournissent des informations précieuses sur la composition nutritionnelle et

## Conclusion

---

la stabilité microbiologique des pleurotes, jetant les bases pour des recherches futures visant à améliorer leur culture, leur conservation et à explorer davantage leurs bénéfices pour la santé.

# **Référence bibliographique**

**Atta, A. (2016).** Quatre champignons saprophytes comestibles du centre de la cote d'ivoire: étude socio-alimentaire, caractéristiques chimiques et potentialités antioxydantes. Thèse de Doctorat.

**AOAC., (1990) :** ( Association of Analytical Communities ).

**AOAC., (2007):** ( Association of Analytical Communities ).

**Bellettini, M., et Fiorda, F.A., et Maieves, H.A., et Teixeira, G.L., et Ávila, S., et Hornung, P.S., et Júnior, A.M., & Ribani, R.H. (2019).** Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. Saudi Journal of Biological Sciences, 26 (4): 633-646.

**Ballesteros, L.F., et Teixeira, J.A., & Mussatto, S.I. (2010).** Chemical, functional and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin Food Bioprocess Technology, volum 7, p 3493-3503.

**Birhanu, G., and Zerihun, T.(2012).** Mushroom cultivation for sustainable food security. Institute of Biodiversity Conservation: Biodiversity news letter. 1(2): 14-17

**Birhanu, G., and Zerihun, T. (2012).** Mushroom cultivation for sustainable food security. Institute of Biodiversity Conservation: Biodiversity news letter. 1(2) : 14-17

**Blandeau,E.(2012).**Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse Doctorat, University. Angers, France : 112.

**Benamar, M., et Savoie, J.M., et Chavant, L., et Lebsir, R. (2007).** Valorisation du marc de café brut par la culture d'une souche locale de champignon comestible, *pleurotus ostreatus*. Science, Technologies. Développement ANDRU 2:102-116

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

**Clémentine, D. (2015)** .Comment conservé les champignons. [En ligne] (Publié le 30 septembre 2015) .Disponible sur : <https://www.gerbeaud.com/maison-pratique/conservation-champignons,1085>. Consulter le (13/05/2023).

**Chang, S.T., & Miles, P.G.(1984).**A new-look at cultivated mushrooms. Bioscience 34, 358362.

**Chang, T.S., & Miles, P.G.( 2004).**Mushrooms cultivation, nutritional value; medicinal effect and environmental impact. Second edition, CRC Press, 477 p.

**CORLIEN, H. (2005).** La conservation du poisson et de la viande. Agrodok 12.ISBN :90-9573-033-3.P6-8-14-15

**Iris. (2019).** 8 Techniques pour conserver vos cueillettes De champignons des Bois. [En ligne](Publié le 1 novembre2019).Disponible sur : <https://jecuisinemonpotager.fr/8-techniques-conserver-cueillettes-champignons-des-bois/>. Consulter le (11/05/2023).

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

**Oei, P., & Nieuwenhuijzen, B.V. (2005).** La culture des champignons à petite échelle, pleurotes, shiitakes et auriculaires. 1ère édition, Agrodok40, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen Editeur Janna de Feijter, 87p.

**Oei, P. (1993).** La culture des champignons Collection « le point sur » Guide technique Traduction Christine Nédelec, Révision Jean Laborde Ministère Français de la Coopération CTATOOLGRET, 320 p.

**Oei, P. (2005)** .La culture des champignons, p225.

**DARINMOU.(2000).**Conseil pour le consommateur. Laboratoire darinmoub.Sitedarinmoub.com /conseils.pdf.

**Dibois M.K. A., Gilles Y.k. and Hamilton P.A., (1956).** Colemetric Method for Determination of Sugars And Related Substance. Anal and Chem. Jour, 28: 350-356.

**Didier, L. (2017).** Méthode de conservation des champignons. [En ligne]. (Actualisé le 6/10/2017).Disponible sur : <https://cuisine.toutcomment.com/article/methodes-de-conservation-des-champignons-4606.html> Consulter le (15/05/2023).

**DJIODA, T. (2010).** Amélioration de la conservation de la mangue 4ème gamme par application de traitement. Thermique et utilisation d'une conservation sous atmosphère modifiée. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur de l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse. Spécialité : sciences agronomiques. Montpellier. Université d'Avignon.

**Stamtes, P., et Chilton, J. (2005).** Le manuel de la culture des champignons.

**Largeteau, M. (2007).** La maladie de la mole sèche du champignon de couche *Agaricus bisporus* variabilité du pathogène, *Verticillium fungicola*, et perturbation morphologique transcriptionnelle chez son hôte. [En ligne] thèse de doctorat en aspects moléculaires et cellulaires de la biologie. Université de PAV des pays de L'adour, 2007,223P. Format PDF. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01245543/document>.

**Mansour-Benamar, M. (2016).** Valorisation de résidus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestibles du genre *Pleurotus* Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, option Biologie Végétale, Département de Biologie, Faculté des Sciences

Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou, 257 p.

**Tremblais. (2017).** Profil Sectoriel de l'industrie horticole au Québec p.3.

**María, E., et Hernández-Pérez., & Paredes-López, O. (2014).** Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life.

**Marshall,E., and Nair,G.( 2009).** Make money by growing mushrooms. Rome : FAO

**Nefzaoui, A.( 1984).** Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier. In : Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Étude FAO Production et santé animales 43, Rome.

**Nefzaoui, A. (1991).** Valorisation des sous-produits de l'olivier, In: Tisserand J-L (ed), Alibés X (ed) Fourrages et sous-produits méditerranéens Zaragoza: CIHEAM, 1991 p 101-108 (Options Méditerranéennes : Série A Séminaires Méditerranéens; n 16).

**ISO 1026., (1982),** Produits dérivés des fruits et légumes – Détermination de la teneur en matière sèche par dessiccation sous pression renduite et détermination de la teneur en eau par distillation azéotrope.

**Gévry, M-F., et Simard, D., et Roy, G. (2009).** Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. Bibliothèque et Archives, Canada : 67.

**Gévry., et Marie-France., et Simard, D. (2009).** Guillaume.champignons comestibles[en ligne].Foret modèle du lac .Saint jean. CANADA : 2009,67P. Format PDF .disponible sur : <https://fr.scribd.com/document/162348054/Champignons-Comestibles-Du-Lac-Saint-Jean> consulter le (13/05/2023).

**Girmay, Z., et Goremz, W., & Zewdie ,S.(2016).** Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus*. AMB Express, 87 (6).

**Mori, K., et Kobayashi, C., et Tomita, T., et Inatomi, S., & Ikeda, M. (2008).** Nutr Res, 28 : p. 335-42.

**Février, C.A., et Willequet, F. (2009).** Valorisation par l'alimentation animale in Moletta René. Le traitement des déchets. Editions TEC, DOC, Lavoisier.

**Guillamon, E., & Lozano, M., et al.,( 2010).** Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases, Fitoterapia, 81: p.715-723.

**Delmas, J. (1989).** Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs. La Maison Rustique : 940

**Chang, S.-T .( 1981).** The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor- caju*. European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology 12 : 58-62.Chasseur C et Nolard, N. (2003). Les champignons de l'habitat.

**Olivier, J.M., et Laborde, J., et Guimberteau, J., et Poitou, N., et Houdeau, G., et Delmas, J.(1991).** La culture des champignons. Ed Armand : 160.

**Sulman, M., et Sana, M., et Umair., and Jawad, H. (2011).** Oyster Mushroom Farming, University of Central Punjab. pp. 6-12

**Narayanasamy, P., et Suganthavel, P., et Sabari, P., et Divya, D., et Vanchinathan, J., and M. Kumar.( 2008).** Cultivation of Mushroom (Pleurotus Florida) By Using Two Different Agricultural Wastes in Laboratory Condition. The Internet Journal of Microbiology. Volume 7(2).

**Oseni, T.O., et Dube, S.S., et Wahome, P.K., et Masarirambi, M. T. & Earnshaw, D.M. (2012).**Effect of wheat bran supplement on growth and yield of oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) on fermented pine sawdust substrate. Exp. Agric. Horticult., 12 : 30-40

**Henning, k ., et Jens ,H .Petersen.( 2005 ).,** Les champignon dans la nature.

**Laurent, P (2015)** .Les champignons de France300 espèces découvrir-identifier-ramasser.éditionSudOuest.France, 2015,189P.

**Lull, C., et Wichers, H.J., & Savelkoul. (2005).** Anti inflammatory and Immunomodulating Properties of Fungal Metabolites. Mediators of Inflammation, 2: p. 63-80.

**Gévry, M.-F., et Simard, D., & Roy, G. (2009).** Champignons comestibles du Lac-Saint Jean. Forêt modèle du Lac-Saint-Jean.

**Halpern, G. M. (2007).** Healing Mushrooms. Square one publisher, United States of America.

**Hibbet, D.S., et Bauer, R., et Binder M ., et Giachini, A ., et Hosaka ,K ., et Justo, A ., et Larsson, E ., et Larwary, D ., et Miettinen , L ., & Nagy, G.(2014).** Agaromycetes. In Systematics and Evolution, 2 Editions, the MycotaPart A.D.J.Mc Laughlin and J.W. Spatafora (Eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p 373-429.

**Zervakis, G., et Philippoussis, A., et Ioannidou, S., & Diamantopoulou, P. (2001).** Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions of the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. Folia Microbiol. 46 (3): 2.

**Philippoussis, A.N. (2009)** Production. of mushrooms using agro-industrial residues as substrates: in P. Singh nee' Nigam, A. Pandey (eds), Biotechnology for agro-industrial residues utilization. Springer Science +Business Media B.V. pp163-196.

**Zhang, M., & Zhang, C. (2020).** Impact of substrate composition and culture conditions on protein content and amino acid composition of edible mushrooms:

A review . Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60 (12) , 2026-2039.

**Wasser, S. P. (2017).** Medicinal Mushrooms as a source of antitumor and immunodulating polysachrides, applied Microbiology and Biotechnology, 101 (3), 881-891.

**Ribeiro, B., Pinho, P. G., Andrade, P. B., Baptista, p., Seabra, R .M., & Valentão, P.** Référence bibliographique : Ribeiro, B., Pinho , P. G ., Andrade, P. B., Baptista, p., Seabra, R .M., & Valentão, P. (2008). Fatty acid, sterol and mineral compositions of wild edible.

**Jay,J. M., Loesser, M. J., & Golden, D. A.(2005).** Modern food microbiology. Springer Science & Business Media. Nirmal, N. P., Panichayupakaranant, P., & Hongmanee, P. (2019). Effect of Sterilization techniques on the physicochemical and microbiological Science, 9 (10), 70-80.

**Leistner, L.(1995).** Basic aspects of food preservation by hurdle technology.

International Journal of Food Microbiology, 55 (1-3),181-186.

**Speck, M. L. (1976).** Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association.

**Franco, C. M. M (2011).** Food microbiology. ASM Press.

**Gould, G. W. (1995).** Mechanisms of action of preservatives and disinfectants. Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement,24 (1S), 87S-101S.

## Annexe N°01

Appareils	Instruments et verreries	Produits chimiques
pH mètre Autoclave (OT O12) Bain marie (Wise Bath Wisd) Balance Bec bunsen Étuve Microscope optique (OPTIKA B-105) Réfrigérateur et congélateur (ENIEM) Appareille photo de téléphone	Anse en platine Béchers Boîtes de Pétri Écouvillons stériles Portoirs Cuves de spectrophotométrie Éprouvettes graduées Flacons stériles Bocaux stériles Papier absorbant Papier aluminium Pince Pissette Ciseaux Pipeteur Pipettes pasteurs stériles Sacs de congélation stériles Tubes à essais stériles 9mL)	Eau physiologique Eau distillée Éthanol Phénol 5% Acide sulfurique concentré Sulfate de cuivre et du sulfate de potassium Ammonium Acide borique

### Résumé

*Pleurotus Ostreatus* est un champignon appartenant aux Basidiomycètes. Il est de plus en plus cultivé pour ses propriétés nutritives et médicinales. Sa culture est possible sur plusieurs substrats agricoles. Vu la courte durée post-récolte de ce champignon, plusieurs méthodes de conservation sont possibles pour prolonger sa durée de vie. Dans notre étude nous avons réalisé une culture de pleurotes sur des déchets agro-industriels (le marc de café et la sciure de bois). Après la récolte, on a procédé à la conservation de ce champignon dans des bocaux en verre. Des analyses physicochimiques et des analyses microbiologiques ont été effectuées pour déterminer la qualité nutritionnelle et la qualité microbiologique des conserves pendant deux mois.

**Mots clefs :** Pleurotes, substrats, déchets agricoles, conservation.

*Pleurotus Ostreatus* is a fungus belonging to the Basidiomycetes. It is increasingly cultivated for its nutritional and medicinal properties. Its cultivation is possible on several agricultural substrates. Given the short post-harvest life of this mushroom, several preservation methods are possible to extend its lifespan. In our study we carried out a culture of oyster mushrooms on agro-industrial waste (coffee grounds and sawdust). After harvesting, this mushroom was preserved in glass jars. Physicochemical analyzes and microbiological analyzes were carried out to determine the nutritional quality and microbiological quality of the preserves for two months.

**Keywords:** Oyster mushrooms, substrates, agricultural waste, conservation.

### ملخص

بليوروتوس أوسترياتوس هو فطر ينتمي إلى فصيلة الباسيديومييتس. يتم زراعته بشكل متزايد لخصائصه الغذائية والطب. يمكن زراعته على عدة مواد زراعية. نظرًا للفترة القصيرة لحفظ هذا الفطر بعد الحصاد، يمكن استخدام عدة طرق لتمديد عمره الافتراضي. في هذه الدراسة، تمت زراعة البليوروتس على نفايات الزراعة والصناعة (قاشورة القهوة ونشارة الخشب). بعد الحصاد، تم الحفظ في محلول ملحي في برطمانات زجاجية لمدة شهرين. أكدت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للبليوروتس المحصودة ثراءها بالماء والسكر والرماد والبروتين، وأما اختبار الاستقرار فقد أظهر فعالية المعالجة الحرارية المستخدمة وهي التعقيم. أظهرت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية للحفظ أثناء فترة الحفظ عدم وجود الكوليفورم والمتحلات السلفية، ولكن بالنسبة للفلور المسيل الهوائي الإجمالي والخميرة والعفن، فإن النتائج لم تكن متوافقة مع المعايير، وذلك ربما بسبب عدم إحكام إحكام البرطمانات

الكلمات الرئيسية: بليوروتس، مواد زراعية، قاشورة القهوة، نشارة الخشب، الحفظ