



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN

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 :

**GUELLIL Mustapha Karim**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de Master**

Sécurité agro-alimentaire et assurance qualité

**Thème**

**Stockage des champignons *Pleutorus*  
*Ostreatus***

Soutenu devant le jury composé de :

Président : ZENASNI. M.A

Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

Encadreur : Mr.TEFIANI.C

Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

Examineur : BENYOUB.N

Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

Examineur : Mme Barka

Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

Co-encadreur : Mme.SPIGA.N

Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

Année universitaire : 2022 /2023

## Résumé

Le mémoire examine la conservation des champignons *Pleurotus ostreatus*, connu sous le nom de pleurotes ou champignons huîtres, en étudiant différentes méthodes telles que le séchage, la congélation, la saumure et la réfrigération. L'objectif était d'évaluer l'efficacité de chaque méthode et son impact sur la qualité des champignons. Le séchage s'avère prometteur, préservant la texture et les qualités organoleptiques des pleurotes. La congélation a été efficace pour prolonger la durée de conservation, mais les changements de texture peuvent survenir après la décongélation. La saumure a montré des résultats prometteurs, mais nécessite un bon équilibre de concentration pour éviter la dégradation. Enfin, la réfrigération est une méthode à court terme pour réduire la dégradation, mais ne prolonge pas la durée de conservation.

**Mots clés :** champignons, *pleurotus Ostreatus*, conservation, séchage, saumure, congélation

لأطروحة تتناول الحفاظ على فطر المعروف أيضاً بالبلوروت أو فطر الم حار، من خلال دراسة أساليب مختلفة مثل التجفيف، والتجميد، والملح، والتبريد. كان الهدف هو تقييم كفاءة كل طريقة وتأثيرها على جودة الفطر. تبين أن التجفيف واعد، حيث يحافظ على نسيج وصفات فطر البلوروت. كان التجميد فعالاً في تمديد فترة الحفظ، ولكن التغيرات في النسيج يمكن أن تحدث بعد فتح التجميد. أظهر الملح نتائج واعدة، ولكنه يحتاج إلى توازن جيد في تركيز المحلول الم لحي لتجنب التدهور. أخيراً، يُعدّ التبريد طريقة قصيرة المدى للحد من التدهور، ولكنها لا تمدد فترة الحفظ

## **Abstract**

The thesis examines the conservation of *Pleurotus ostreatus* mushrooms, known as oyster mushrooms or oyster mushrooms, by studying different methods such as drying, freezing, brining and refrigeration. The objective was to evaluate the effectiveness of each method and its impact on the quality of the mushrooms. Drying is promising, preserving the texture and organoleptic qualities of the oyster mushrooms. Freezing has been effective in extending shelf life, but texture changes may occur after thawing. Brine has shown promising results, but requires a good balance of concentration to avoid degradation. Finally, refrigeration is a short-term method to reduce spoilage, but does not extend shelf life.

**Key words:** mushrooms, *Ostreatus pleurotus*, preservation, drying, brine, freezing

## *Remerciements*

Cette étude a été réalisée à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de L'Université de Tlemcen Abou Bakr Belkaid.

Je souhaite avant tout remercier Allah de m'avoir aidé à être là où je suis aujourd'hui.

Dieu merci, je suis très reconnaissant

Je tiens en premier lieu à exprimer mes remerciements à mon encadreur « **Mr TEFIANI Choukri** » maître de conférence de classe A à l'université de Tlemcen de m'avoir encadré, conseillé et aidé à finaliser mes études par cette étude. J'ai énormément appris en travaillant avec vous. Merci pour tout.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements à « **Mme SPIGA Nardjes** », qui a co-dirigé ce travail, et qui a fait preuve de dynamisme et sympathie. Je te remercie pour ta disponibilité, tes précieux conseils que tu m'as prodigués au cours de ce stage.

Mes remerciements s'adressent également à **Zenasni M.A** d'avoir accepté de présider le Jury de ce mémoire de Master.

Je remercie tout particulièrement **Benyoub N** et **Mme Barka** de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail.

J'adresse mes chaleureux remerciements et ma sincère gratitude envers les membres des laboratoires pour leur disponibilité et contribution à l'achèvement de ce travail

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance à tous mes enseignants qui ont fait preuve de générosité et nous ont donné ce qu'il faut pour être à la hauteur. Merci de nous avoir guidés vers la réussite.

# *Dédicaces*

*Ce travail est dédié à ma mère dont le mérite, les sacrifices et  
les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour,*

*À la mémoire de mon père, qui aurait été fier de me voir  
réussir*

*À mes frères et sœurs pour m'avoir toujours soutenu*

*Famille et amis qui me voulaient la réussite*

# Table des matières

Introduction générale .....	11
Synthèse bibliographique.....	14
1 .Généralités sur les champignons.....	14
1.1.Les champignons comestibles .....	14
1.2. Les pleurotes .....	20
2.Conservation des champignons.....	24
2.1. La conservation des champignons frais.....	24
2.2. La conservation par déshydratation .....	25
2.3. La conservation par congélation.....	26
2.4. La conservation des champignons dans leur jus .....	27
Matériel et méthodes.....	28
Matériel utilisé .....	28
Matériel biologique utilisé .....	28
Autres matériels utilisés.....	28
Méthodes de conservation.....	29
<i>Traitement préalable des champignons</i> .....	29
1.Le séchage à l'air libre .....	29
2. La congélation des champignons.....	31
3. Saumure des champignons .....	32
4. Conservation des champignons frais.....	35
5. Evaluation sensorielle des champignons conservés.....	35
Résultats et discussion .....	36
Résultats.....	36
1.Résultats de la conservation par séchage.....	37
2.Résultats de la conservation par congélation .....	39
3.Résultats de la conservation par saumure.....	41

Discussion.....	42
1.Conservation par séchage .....	42
2.Conservation par congélation.....	43
3.Conservation par saumure .....	43
Conclusion .....	45
Références.....	46

## Liste des figures

**Figure 1.** structure macroscopique du champignon

**Figure 2 :** *Pleurotus ostreatus* montrant les deux faces de son chapeau, lamelles et le pied

**Figure 3 :** Cycle de reproduction de *Pleurotus ostreatus*

**Figure 4 :** séchage des champignons

**Figure 5 :** congélation des champignons

**Figure 6 :** *Pleurotus ostreatus* utilisée dans l'expérimentation

**Figure 7 :** les champignons frais destinés au séchage

**Figure 8 :** Nos champignons conservés après séchage à l'air libre

**Figure 9:** procédé de blanchiment

**Figure 10 :** champignons congelés

**Figure 11:** étape de stérilisation du bocal de conservation

**Figure 12:** préparation de la saumure

**Figure 13:** Stérilisation du bocal de conservation des champignons

**Figure 14:** Les champignons conservés en saumure.

**Figure 15 :** effet du séchage des champignons sur le poids

**Figure 16 :** histogramme des paramètres caractéristiques des Pleurotus Ostreatus avant et après séchage

**Figure 17 :** histogramme récapitulatif des changements de Pleutorus Otreatus dus à leur congélation

**Figure 18 :** histogramme récapitulatif des changements de Pleutorus Otreatus après conservation par saumure

## Liste des tableaux

**Tableau 01** : la valeur nutritive ; la quantité moyenne ainsi que les quantités minimum et maximum pour 100 g net de champignons

**Tableau 2.** Caractéristiques des champignons frais

**Tableau 3.** Résultats du séchage des champignons

**Tableau 4.** Caractéristiques des *Pleurotus Ostreatus* après séchage

**Tableau 5.** Caractéristiques des champignons après congélation

**Tableau 6.** Caractéristiques de *Pleurotus Ostreatus* conserves par saumure

## Introduction générale

Les champignons sont des organes de fructification charnus généralement produits au-dessus du sol sur le sol ou sur sa source de nourriture qui faisaient partie de l'alimentation des Grecs et des Romains depuis l'antiquité. Les Romains les considéraient comme la nourriture de Dieu tandis que les Chinois les qualifiaient d'élixir de vie (**Bashir and others, 2014**). Les champignons sont devenus attrayants en tant qu'aliments fonctionnels et en tant que source pour le développement de médicaments et de nutraceutiques responsables de leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et antitumorales. Outre leurs caractéristiques pharmacologiques, les champignons prennent de plus en plus d'importance dans notre alimentation en raison de leur valeur nutritionnelle, liée à une teneur élevée en protéines et faible en matières grasses/énergie (**Khatun and others, 2012**). De nombreuses espèces de champignons existent dans la nature mais seuls quelques-unes sont comestibles. Toutefois, de nombreux pays asiatiques utilisent traditionnellement les champignons sauvages comestibles comme aliments et médicaments délicieux et nutritifs (**Saiqa and others, 2008**).

La protéine des champignons contient les neuf acides aminés essentiels dont le corps humain a besoin. En plus de leur bonne teneur en protéines, les champignons sont une source relativement bonne de nutriments comme le fer, le phosphore et les vitamines, notamment la thiamine, l'acide ascorbique la riboflavine, la niacine et l'ergostérol (Barros and others, 2008). Les champignons ont également été signalés comme des aliments thérapeutiques, utiles dans la prévention de maladies telles que l'hypertension, le diabète, l'hypercholestérolémie et le cancer. Ces caractéristiques fonctionnelles sont principalement dues à la présence de fibres alimentaires et notamment de chitine et de bêta-glucan. Des études ont conclu que certaines espèces de champignons ont des propriétés antivirales, antitumorales, anti-thrombotiques et immunomodulatrices. La recherche a montré que certains champignons peuvent avoir le potentiel de réduire les niveaux élevés de sucre dans le sang. Mais l'explication de cet effet est limitée, à l'exception de certains champignons (**Perera and Li, 2011**) .

Plus de 2 000 espèces de champignons existent dans la nature, mais environ 25 sont largement acceptées comme nourriture et peu sont cultivées commercialement. Les champignons sont considérés comme un mets délicat à haute valeur nutritionnelle et fonctionnelle ; ils présentent un intérêt considérable en raison de leur valeur organoleptique,

de leurs propriétés médicinales et de leur importance économique (**Günç Ergönül and others, 2013; Miles and Chang, 2004**). Cependant, il n'y a pas de distinction facile entre les champignons comestibles et médicaux car de nombreuses espèces comestibles courantes ont des propriétés thérapeutiques et plusieurs utilisées à des fins médicales sont également comestibles (**Guillamón and others, 2010**).

*Pleurotus Ostreatus*, également connu sous le nom de "pleurote en huître", est un champignon comestible très populaire dans de nombreux pays. Ce champignon possède une texture ferme et une saveur délicate. Ce champignon est souvent utilisé dans la cuisine pour son goût unique et sa valeur nutritionnelle. Il est riche en vitamines B et D, en protéines et en fibres alimentaires. De plus, il est faible en calories et en gras, ce qui le rend idéal pour les personnes soucieuses de leur poids (**Sánchez, 2010; Stamets, 2011**).

Les champignons sont connus pour leur nature rapidement périssable d'où le défi de les conserver afin de les consommer en hors saison et en bonne qualité a été lancé.

La conservation adéquate des *Pleurotus ostreatus* est essentielle pour préserver leur fraîcheur, leur saveur et leur valeur nutritive. Différentes méthodes de conservation sont utilisées pour prolonger leur durée de vie, notamment le séchage, la congélation, la saumure et la réfrigération. Chaque méthode offre des avantages spécifiques en termes de préservation des qualités organoleptiques des champignons.

L'étude présentée dans ce manuscrit concerne la conservation de *Pleurotus ostreatus*

Ce travail est divisé en plusieurs chapitres à savoir :

Le chapitre 1 : Une partie bibliographique concernant la définition des champignons et toutes leurs propriétés d'une manière générale et *Pleurotus ostreatus* spécialement ainsi que leurs conservations.

Le chapitre 2 : la partie expérimentale détaillant le matériel et les méthodes utilisés pour la conservation de *Pleurotus ostreatus* en détaillant chacun des procédés.

Le chapitre 3 : l'interprétation des résultats obtenus pour chaque méthode de conservation.

Conclusion : résumant l'étude qui a été faite et soulignant les résultats importants obtenus



# Synthèse bibliographique

## 1 .Généralités sur les champignons

### 1.1. Les champignons comestibles

#### 1.1.1. Définition

Les champignons comestibles sont des produits forestiers non ligneux, qui n'ont aucun effet toxique sur les humains et le goût et l'arôme souhaitables (**Mattila and others, 2000**). Ils sont considérés comme source de nombreux bio-composés à haute valeur nutritive, médicinale, pharmacologique et écologique (**Singh and others, 2014**).

Environ 14 000 champignons ont été décrits, parmi lesquels environ 7 000 espèces sont considérées comme comestibles et plus de 2 000 sont considérées comme des champignons comestibles très prisés, dont environ 200 espèces ectomycorhiziennes (Hawksworth, 2001; Wang and others, 2002), certains espèces sont par contre vénéneuses et mortelles, d'autres encore sont comestibles immédiatement après la récolte, mais deviennent toxiques après quelques jours (Lambert, 2001)

Les champignons comestibles sont importants pour trois raisons principales :

- Comme source d'alimentation (plus les bénéfices thérapeutiques).
- Comme source de revenus.
- Pour maintenir la constitution saine des forêts.

#### 1.1.2. Organisation générale des champignons comestibles

Les champignons revêtent de nombreuses formes, tailles et couleurs.

#### Le Mycélium

##### Définition

Le mycélium est la partie végétative d'un champignon, constitué d'une masse d'hyphes plus ou moins ramifiées et enchevêtrés. C'est lui qui est à l'origine de la fructification porteuse des organes de reproduction et de dispersion. Il se trouve dans le sol ou associé à des racines fines des plantes quand il est mycorhizien, il constitue la partie invisible du champignon (Gévry, 2011).

##### Structure :

Le mycélium est un groupement de filaments souvent blanchâtres qui se ramifient considérablement jusqu'à formation d'une véritable toile, approchant à un feutrage. Les noyaux des cellules du mycélium sont séparés par des cloisons.

#### ✚ Rôle :

Le mycélium se définit par 3 grandes fonctions :

- la sécrétion, selon les espèces, les mycéliums peuvent sécréter des enzymes puissantes capables de dégrader les matières organiques les plus résistantes.
- l'absorption, ils absorbent les éléments nutritifs nécessaires à la survie de ses cellules.
- une surface de contact maximale entre le champignon et le milieu duquel il tire sa subsistance.

#### Le carpophore

##### ✚ Définition :

Encore appelé sporophore, par le fait qu'il porte les spores. Il est constitué de deux parties ; le pied et le chapeau. Il se reproduit par libération des milliards de spores et il est visible à l'œil nu sur le sol (**Gévry, 2010; Gévry, 2011; Gévry and others, 2009**).

##### ✚ Structure :

Formé d'un pied et d'un chapeau, le premier qui selon les espèces la taille, la forme et la position du pied par rapport au chapeau peuvent varier. Et le second qui présente deux faces, une face inférieure qui porte les organes de reproduction et les sporocystes, et une face supérieure dont la forme et la couleur des deux varient selon les espèces.

##### ✚ Rôle :

Selon l'espèce le carpophore peut être consommé ou non. L'utilisation du carpophore dans différents domaines figure parmi ses multiples vertus, lorsque les organes de reproduction se localisent dans sa face inférieure.

#### Les spores

##### ✚ Définition :

Les spores constituent la forme de résistance et de dissémination la plus adaptée des champignons.

✚ Rôle :

Organe de dispersion et de multiplication de l'espèce, c'est aussi une forme de conservation lors des conditions défavorable.

### 1.1.3. Modes de vie des champignons

Les champignons sont des organismes hétérotrophes, ils sont répartis en 3 catégories selon leurs mode de nutrition : les saprophytes, les parasites et les symbiotiques.

#### *Les Saprophytes*

Leur capacité d'exploration via l'extension des hyphes, couplée à la capacité de largage d'enzymes hydrolytiques, ont permis une colonisation d'une grande variété de substrats. Dans le sol, les champignons participent au cycle de l'azote par la dégradation de l'humus. Ils ont la capacité de consommer la cellulose ainsi que la lignine et sont considérés comme les principaux recycleurs de matière organique à partir de matériels végétaux (**Redhead, 2002**).

#### *Les parasites*

Les champignons parasites se nourrissent à partir de la matière vivante animale ou végétale. Environ 20% des espèces des champignons connues sont capables de parasitisme. Selon le substrat parasité, on distingue les parasites biotrophes survivant sur des organismes vivants et les parasites nécrotrophes survivant en saprophytes sur l'hôte parasité après sa mort (**Boyer and others, 2006; Gévry and others, 2009**).

#### *Les symbiotiques*

Les associations symbiotiques entre champignons et végétaux supérieurs (mycorhize) constituent la forme de symbiose la plus répandue à l'échelle planétaire, On estime que 90% des végétaux contractent spontanément cette association (**Smith and others, 1998**). Cette association est obligatoire avec les végétaux pour assurer leur survie en milieu naturel (**Gévry and others, 2009; Smith and others, 1998**).

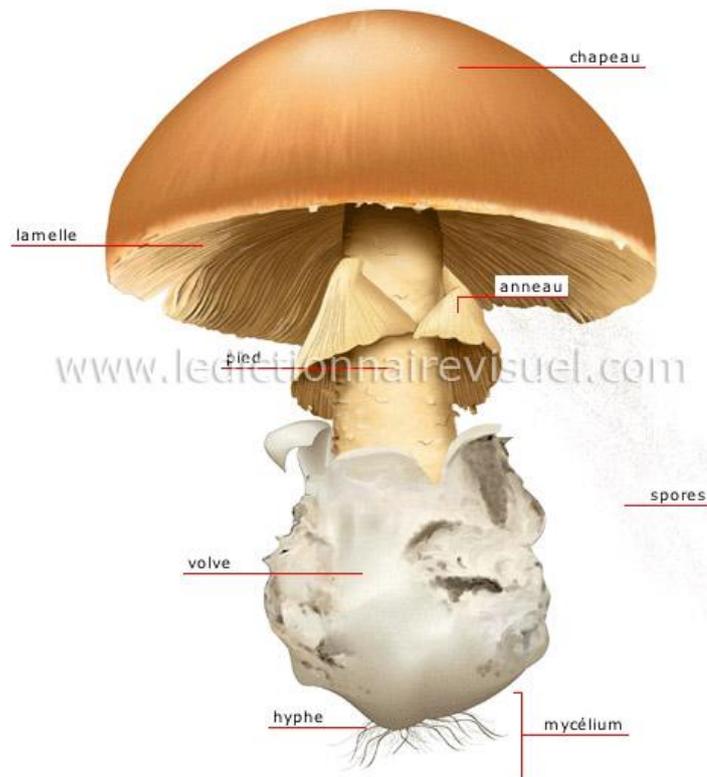
### 1.1.4. Caractères macroscopiques

❖ **Hyménophore**: situé sous le chapeau ; c'est la partie fertile du champignon où se trouvent

Les spores (**Ndong and others, 2011**).

- ❖ **Chapeau** : forme (convexe, conique, ombiliqué...), hauteur et diamètre, couleur, marge (lisse, enroulée, ondulée...), le revêtement et la topographie du chapeau (écailleux, granuleux, fibrilleux...) (**Bâ and others, 2011; Gévry and others, 2009; Ndong and others, 2011; Romagnesi, 1995**).
- ❖ **Pied ou Stipe**: la position du pied par rapport au chapeau (central, latéral ou excentré), la forme (cylindrique, en massue, renflé à la base...), la taille (hauteur , diamètre), la présence ou non d'un bulbe, d'une volve, d'un anneau, ainsi que leur forme et leur couleur (**Buyck, 1994; Gévry and others, 2009; Romagnesi, 1995**)

La **figure 1** nous donne une idée sur la structure macroscopique d'un champignon supérieur



**Figure 1.** structure macroscopique du champignon (**visuel, 2023**)

#### 1.1.5. Caractères microscopiques

La caractérisation microscopique des champignons porte sur le diamètre des spores (longueur et Largeur), forme, couleur et les cellules qui les produisent (**Mesfek, 2014; Ndong and others, 2011; Romagnesi, 1995**).

### 1.1.6. Caractères organoleptique

- ❖ **Odeur**: les odeurs des champignons peuvent être étonnantes tel : ail, agrumes, thé des bois, anis, cannelle, florale, érable, chlore, fétide, farine, poisson, amande, ... etc (**Gévry and others, 2009**).
- ❖ **Saveur** : la saveur peut elle aussi varier entre douce, amère, âcre, agréable ou voir même insignifiante (**Gévry and others, 2009**).

### 1.1.7. Valeurs nutritives des champignons comestibles

Les champignons ont connu un intérêt remarquable au cours des dernières décennies vue la qualité nutritive à intérêt médicinales élevé qu'ils représentent. En effet, les champignons maintiennent les moyens de subsistances durables par leur contribution à combattre les problèmes de malnutrition et le bien-être de l'homme. Ils sont une bonne source de nombreuses protéines, de minéraux, d'un certain nombre de vitamines et sont considérés comme un supplément sollicité dans l'alimentation. De plus, à cause de la présence de certains composés chimiques appréciés pour leurs vertus médicinales, ils suscitent de plus en plus l'intérêt de l'industrie des produits diététiques (**Halpern, 2007**). Enfin, ils possèdent des caractéristiques uniques en termes de couleur, de goût et de texture, ce qui les rend de plus en plus intéressants pour la consommation humaine.

La composition moyenne est donnée à titre indicatif dans le **tableau 01** : les valeurs sont considérées comme des ordres de grandeur, susceptibles de varier selon les variétés, les conditions de culture, le degré de maturité et la saison. Toutes les données sont issues de la Table de composition nutritionnelle des aliments (**Ciqual, 2017**) - ANSES, excepté celles de l'équivalent Vitamine A qui correspond à la division de la teneur en Béta-carotène par 6.

Ajoutons à cela quelques informations complémentaires et explicatives des différentes classes nutritives qui sont:

- Les protéines : les valeurs de la teneur en protéines pour 4 champignons comestibles populaires (*Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus* sp et *Volvariella volvacea*), commercialisées dans différents pays, varient de 1,75 à 3,63% de leur poids frais (**Chang, 1980**) et peut atteindre 5,9% (**Flegg and Maw, 1976**). Cependant, la valeur moyenne de 3,5 à 4% est la moyenne représentative de cette valeur. En conclusion, la teneur des champignons comestibles en protéines est en général environ deux fois supérieure à celle des Asperges et des Choux, et de quatre et douze fois de celles des Oranges et des Pommes, respectivement.

- Les aminoacides essentiels : Le corps humain a la capacité de convertir certains acides aminés en d'autres. Pour cela, la connaissance de la composition des protéines en acides aminés est très essentielle (**Weaver and others, 1977**). Il est à noter que les acides aminés dont l'humain a le plus besoin sont : Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Thréonine, Leucine, Valine, Isoleucine, Histidine et Tryptophane
- Les carbohydrates et les fibres : selon Crisan et Sands (**Crisan and Sands, 1978**), les pentoses, les méthylpentoses, les hexoses, ainsi que les disaccharides, les sucres d'amino, les alcools de sucre et les acides de sucre sont des constituants des hydrates de carbone de champignons. Les composants des polysaccharides hydrosolubles obtenus à partir des corps fruitiers des champignons ont une capacité à inhiber la croissance des tumeurs. En effet, une fraction majeure du polysaccharide acide désigné comme H51 est signalée comme ayant une forte activité antitumorale (**Yoshioka and others, 1975**).
- Le contenu en fibres varie de 7,4 à 27,6% dans les espèces de *Pleurotus*, de 4 à 20% dans *Volvariella volvacea* et il est estimé à 10,4% dans *Agaricus bisporus*. Les fibres sont considérées comme des ingrédients importants dans un régime alimentaire équilibré et sain. En effet, Anderson et Ward (**Anderson and Ward, 1979**) ont rapporté que l'alimentation des patients atteints de diabète par des régimes riches en fibres réduit leurs besoins quotidiens en insuline et stabilise leur profil de glycémie, éventuellement en diminuant le taux d'absorption du glucose et / ou en retardant la vidange gastrique.
- Les minéraux : les champignons sont une bonne source de minéraux. Les minéraux présents dans le substrat de culture sont absorbés par le mycélium croissant et déplacés vers les sporophores.
- Les acides nucléiques : les microorganismes sont caractérisés par une forte teneur en acide nucléique. Viikari et Linko (**Viikari and Linko, 1977**) ont rapporté que la teneur en acide nucléique des champignons est de 3,2 à 4,7% (poids sec).

**Tableau 01** : la valeur nutritive ; la quantité moyenne ainsi que les quantités minimum et maximum pour 100 g net de champignons selon **Ciquel (2017)**

Composants	Quantité (g)	Min-max (g)
<b>Eau</b>	93.9	87.5 - 95.5
<b>Protéines</b>	2.62	1.71 - 4.6
<b>Lipides</b>	0.36	0.2 - 0.49
<b>Acides gras saturés</b>	0.067	0.026 - 0.075

<b>Glucides</b>	1.33	-
<b>Sucre</b>	1.06	0 - 2.5
<b>Fibres</b>	1	0 - 1.9
<b>Acides organiques</b>	0.13	-
<b>Vitamines</b>	<b>Quantités (mg)</b>	<b>Min-max (mg)</b>
<b>Vitamine B1</b>	0.073	0.03 - 0.11
<b>Vitamine B2</b>	0.29	0.02 - 0.5
<b>Vitamine B3</b>	5	3.17 - 7.5
<b>Vitamine B5</b>	1.57	0.8 – 2
<b>Vitamine B6</b>	0.1	0.045 - 0.18
<b>Vitamine B9</b>	34.5 E-03	23E-03 – 55 E-03
<b>Vitamine C</b>	3.09	-
<b>Vitamine E</b>	0.02	-
<b>Minéraux et oligo-éléments</b>	<b>Quantités (mg)</b>	<b>Min-max (mg)</b>
<b>Calcium</b>	6.03	1 - 35.5
<b>Cuivre</b>	0.35	0.13 - 1.1
<b>Fer</b>	0.31	0.19 - 0.6
<b>Iode</b>	1 E-03	-
<b>Magnésium</b>	10.5	7.9 - 13.5
<b>Manganèse</b>	0.076	0.042 - 0.14
<b>Phosphore</b>	96.6	67.2 – 130
<b>Potassium</b>	364	284 – 484
<b>Sélénium</b>	0.00647	0 – 0.017
<b>Sodium</b>	39	4.9 – NC
<b>Zinc</b>	0.5	0.12 - 0.79

## 1.2. Les pleurotes

### 1.2.1. Définition

Classe : homobasidiomycotina

Sous-classe : agaricomycèteidae

Ordre : tricholomatales

Famille : pleurotaceae

Sous-famille : pleuroteae

Genre : Pleurotus

Espèce : *Pleurotus ostreatus*

*Pleurotus ostreatus* est l'espèce la plus consommée dans le monde en raison de sa saveur et de ses propriétés nutraceutiques supérieures. Il agit comme source d'antioxydants naturels qui pourraient être bénéfiques pour la santé humaine en prévenant ou en réduisant les dommages oxydatifs. Sur le plan nutritionnel, ces espèces sont des sources riches en protéines, fibres alimentaires,  $\beta$ -glucane, complexe de vitamines B, vitamine C et minéraux. Ils contiennent des proportions plus élevées de certains acides aminés tels que la méthionine, la cystine et l'acide aspartique que les autres champignons comestibles. Il a été rapporté que les pleurotes possèdent des activités hypocholestérolémiantes, antibactériennes, antidiabétiques, antioxydantes, antiarthritiques, anticancérigènes, hépatoprotectrices, antivirales et agissent comme des ressources naturelles des activités d'immunothérapie (Benamar, 2016)

### 1.2.2. Description

Le Pleurote en huitre locale (**figure 2**) qui fait objet de cette étude et selon Mansour-Benamar (Benamar, 2016) présente les caractéristiques suivantes :

- Le chapeau : à peine bombé, s'étale en éventail, marron grisâtre, charnu, de 4 à 15 cm de diamètre. Avec les marges du chapeau qui sont lisses et incurvées,
- Les lamelles : blanchâtres, serrées et longuement décurrentes, plus espacées vers le pied,
- Le pied (ou stipe) est excentré, très court, plein, poilu à la base, dépourvu d'anneau et de volve,
- La chair : blanche, tendre et épaisse sauf le pied,
- Les basides avec quelques rares basidiospores (7,5–11 x 3–4  $\mu$ m),
- Bon comestible,
- Pousse en touffes

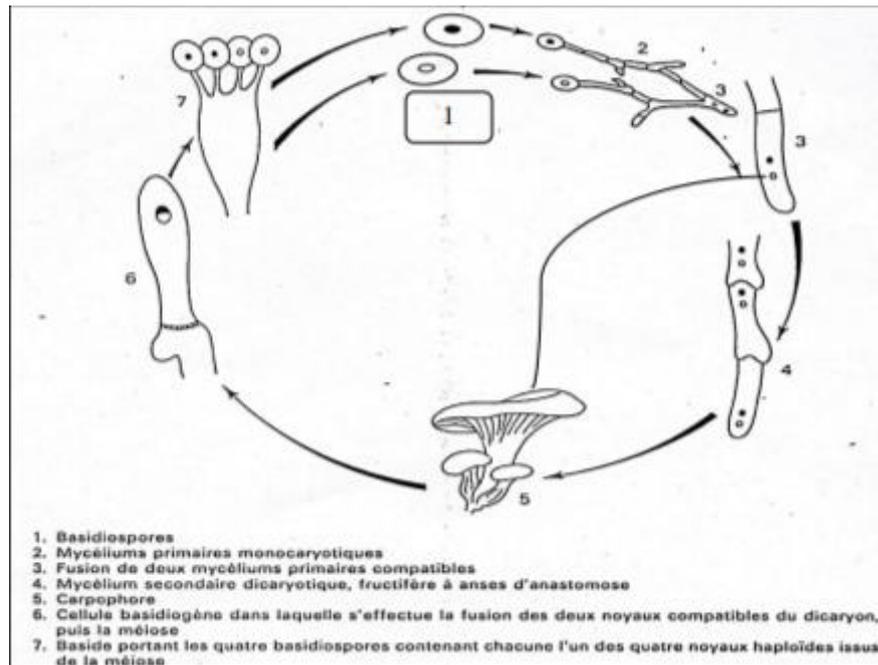


**Figure 2 :** *Pleurotus ostreatus* montrant les deux faces de son chapeau, lamelles et le pied (imane, 2021)

### 1.2.3. Bio cycle de *Pleurotus ostreatus*

La figure ci-dessous (**figure 3**) schématise et explique largement les étapes du cycle de vie des pleurotus ostreatus et qui se distingue par deux grandes étapes (Delmas, 1989; Oei, 1993; Olivier and others, 1991) :

- Etape végétative, et qui correspond à la croissance et au développement du mycélium primaire monocaryotique issu de la germination d'une basidiospore. Par la suite, deux mycéliums primaires compatibles fusionnent par plasmogamie et donnent un mycélium secondaire dicaryotique caractérisé par la formation de boucles d'anastomoses au cours de sa phase de multiplication et de croissance. En gros, cette étape consiste à synchroniser la croissance et le développement d'un mycélium primaire monocaryotique, issu de la germination d'une basidiospore.
- Etape fructifère Elle correspond à la formation des carpophores. Lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables, ce mycélium dicaryotique s'agrège et forme des primordia qui évoluent en carpophores, au sein desquels s'individualisent les basides, siège de la caryogamie. Cette dernière est suivie par la méiose. Quatre basidiospores mononuclées haploïdes se forment à l'extrémité de stérigmates. Par la suite, elles se détachent et germent lorsque les conditions de vie sont favorables et le biocycle reprend.
- La culture in vitro du Pleurote se fait par multiplication du mycélium dicaryotique.



**Figure 3 :** Cycle de reproduction de *Pleurotus ostreatus* (Delmas, 1989)

#### 1.2.4. Intérêt alimentaire

Nutritionnellement, les Pleurotes sont considérés comme aliment sain, riche en : protéines, fibres, en vitamines (principalement les vitamines B1, B2, C et D) et minéraux, et faibles en calories et en matières grasses. Il possède une saveur unique et des propriétés aromatiques (Hernández and others, 2003; Kalmis and others, 2008; Manzi and others, 2004).

#### 1.2.5. Intérêt médical

Les études menées sur le *Pleurotus ostreatus* lui ont accordé diverses propriétés pharmacologiques comme des activités anticancéreuses (Blandeau, 2012; Givelet, 2011), des activités anti-cholesterol et des activités anti-oxydantes (Jayakumar and others, 2007)

#### 1.2.6. Intérêt économiques et écologiques

Le premier intérêt des Pleurotes est dans la possibilité de valoriser les matières premières de faible coût à savoir des résidus de l'agriculture; de plus les résidus de cette culture peuvent être, à leur tour, valorisés en les utilisant comme engrais (Flandroy, 1993) ou être intégrés dans l'alimentation animale (Akkache, 2010). Cependant, de nombreuses recherches ont aussi été entreprises pour l'utilisation des Pleurotes dans la bio remédiation des sols contaminés par les PCP (Cannon and Kirk, 2007) (Cannon & Kirk, 2007).

## 2. Conservation des champignons

Les champignons comestibles sont délicieux, nutritifs et ont des vertus médicinaux, ce qui les rend très demandés. Les champignons frais ont une forte teneur en eau et une texture croquante. Ils démontrent une forte activité métabolique après la récolte. Ils sont toutefois sujets aux changements de texture, à l'infestation microbienne et à la perte nutritionnelle et de saveur. Compte tenu de leur nature hautement périssable, les champignons frais doivent être transformés pour prolonger leur durée de conservation pour une utilisation hors saison. Les facteurs importants affectant la sécurité et la qualité lors de leur traitement et de leur stockage comprennent leur qualité, leur source, la contamination microbienne, les dommages physiques et les résidus chimiques. Ainsi, ces aspects doivent être testés avec soin pour garantir la sécurité du consommateur. Ces dernières années, de nombreuses nouvelles techniques ont été utilisées pour conserver les champignons, ainsi que de nouvelles technologies d'emballage et d'enrobage (**Huo and others, 2023**). L'adoption de techniques de transformation et de conservation post-récolte appropriées peut maintenir efficacement les propriétés organoleptiques, la nutrition et la saveur des champignons. L'utilisation de méthodes d'essai rapides, précises et non destructives peut fournir une solide assurance de la salubrité des aliments

### 2.1. La conservation des champignons frais

Les champignons sont très appréciés comme ingrédient frais dans les soupes, sauces, salades, farces et plats de viande (**Bernaś and Jaworska, 2015; Diamantopoulou and Philippoussis, 2015**).

Inversement aux légumes, pour garder la fraîcheur des champignons et éviter leurs dessèchement, les professionnels les conservent dans les endroits les plus froids aux réfrigérateurs à 1 ou 2°C (**Buyck and others, 2013**). Il est cependant préférable d'utiliser les sachets en papier et d'éviter absolument les sacs en plastique alimentaire car ils risqueraient de transpirer (sur la paroi desquels l'eau se condense) contrairement au papier qui permet à l'aliment de respirer (**desfemmes, 2015**). Toutefois, pour une conservation optimale et une durée de vie maximale, il faut placer les champignons dans des récipients de carton et recouvert d'un torchon humide bien sûr sans les laver (**Iacombe, 2017**). Il est bon de noter que la conservation des agarics se fait le jour de leur récolte ou le lendemain le plus tard (**Buyck and others, 2013**).

## 2.2. La conservation par déshydratation

La déshydratation ou bien la dessiccation est le plus vieux, le plus ancien et le plus simple des modes de conservation des champignons, il est rapporté que le séchage est une méthode relativement bon marché (**Rama and John, 2000**) et les champignons séchés (**figure 4**), emballés dans des récipients hermétiques durée de conservation supérieure à un an (**Zakia and others, 1992**). Les facteurs influençant le taux de séchage sont la méthode de séchage, la température, l'épaisseur du champignon et la diffusivité de l'humidité (**Yapar and others, 1990**). La sulfitation suivie d'un séchage peut être une des méthodes de prétraitement des champignons (**Singh and others, 1995**).



**Figure 4 : séchage des champignons (desfemmes, 2015)**

Les champignons déshydratés en combinant un traitement à l'air chaud et aux micro-ondes ont donné un produit de qualité avec une réhydratation et une rétention de saveur satisfaisantes (**Riva and others, 1991**).

Cependant, les prétraitements des champignons avant le séchage sous une forme ou une autre, à savoir, le lavage à l'eau, le métabisulfite de potassium, le sucre, le sel seuls ou en combinaison aident à améliorer la rétention de la saveur et la texture, à stabiliser la couleur et à contrôler le brunissement enzymatique (**Singh and others, 2001**).

Les meilleures conditions de séchage des champignons sont :

➤ **Température** : doit être constante, entre 40 et 45°C. il est donc primordial pour préserver la couleur et éviter le noircissement et aussi la modification des cellules des tranches de champignon, d'éviter de travailler à des températures supérieures à 60°C. Dans le but d'éliminer toutes les bactéries ou insectes qui auraient pu survivre à la fin du procédé, il faudrait rajouter de 30 à 60 minutes supplémentaires de séchage à une température de 55°C° (Gévry and others, 2009).

➤ **Emballage** : Une fois que le séchage complet, on conserve les champignons dans un emballage fermé hermétiquement (boite à biscuits, sac zippé, bocal avec couvercle....) pour éviter qu'ils n'absorbent à nouveau l'humidité ambiante (desfemmes, 2015).

### 2.3. La conservation par congélation

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 trié et nettoyé soigneusement (un bain d'eau bouillante est obligatoire), il est préférable de les couper en petits morceaux (figure 5).

On note qu'on peut les congeler crus, cuits à la vapeur o même à la poêle. Après les avoir égoutté, il faudra ensuite les laisser refroidir pour pouvoir les sécher au maximum avec un torchant. Pour une congélation saine, il est conseillé de mettre les champignons dans des sacs à zip ou des boites hermétique (desfemmes, 2015; lacombe, 2017).



**Figure 5** : congélation des champignons (desfemmes, 2015)

#### **2.4. La conservation des champignons dans leur jus**

Cette technique est toute aussi simple que les précédentes. Elle consiste, comme son nom l'indique, à conserver les champignons dans leur propre jus dans des verrines ou pots sous vide. Afin d'assurer une bonne conservation, le bocal de conservation devrait être préalablement stérilisé.

Le procédé est simple, on commence par laver et découper les champignons. Il faudra ensuite les égoutter sans jeter l'eau qui en découle. Les champignons seront alors transmis dans les bocaux avec le jus. Ce dernier est composé d'eau salée (10g de sel par litre). Le bocal sera ensuite fermé et stérilisé pendant une heure et demie (Iacombe, 2017).

## Matériel et méthodes

### Matériel utilisé

Dans ce chapitre nous allons décrire la partie expérimentale de ce travail. Ainsi, nous allons détailler les méthodes de conservation de nos champignons.

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire 03 du pôle microbiologique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Université de Tlemcen Abou Bakr belkaid.

### Matériel biologique utilisé

Le champignon (*Pleurotus ostreatus*) utilisé dans notre expérimentation est le résultat d'une culture expérimentale réalisée dans notre université et dont les photos sont illustrées dans la **figure 6**.



**Figure 6 :** *Pleurotus ostreatus* utilisée dans l'expérimentation (**photo originale**)

### Autres matériels utilisés

- Matériel de découpe
- Bocaux de conservation en verre
- Sacs de congélation
- Matériel de lavage et de stérilisation
- Réfrigérateur
- congélateur

## Méthodes de conservation

### *Traitement préalable des champignons*

Quelle que soit la méthode de conservation, il est obligatoire de nettoyer et de découper nos champignons.

#### ❖ Nettoyages des champignons

Nous avons commencé par un lavage des champignons à l'eau froide afin d'enlever toute particule étrangère et impureté tout en évitant de laisser les champignons tremper dans l'eau car cela peut affecter leur texture. Après avoir nettoyé les champignons, nous les avons nettoyé par un chiffon propre en frottant les champignons délicatement afin d'enlever toute trace de saleté supplémentaire et nous les avons égoutté pour éliminer l'eau restante.

#### ❖ Coupe des champignons

Nous avons coupé les champignons en fines tranches ou en morceaux. Sachant que plus les tranches sont fines, plus elles sont rapidement conservée.

### 1. Le séchage à l'air libre

Tout d'abord, nous avons cherché à travailler avec des champignons frais et de qualité pour une meilleure efficacité du processus de séchage (**figure 7**)



**Figure 7** : les champignons frais destinés au séchage (**photo originale**)

Nous avons commencé par disposer les champignons sur des grilles pour permettre une bonne aération de chacun. Ensuite, nous les avons écartés pour permettre une ventilation adéquate des différents côtés de chaque champignon. Nous avons mis nos champignons dans un endroit avec les meilleures conditions : propre, sec, bien aéré et à l'abri du soleil, jusqu'à ce qu'ils deviennent cassants et que leur texture soit similaire à celle du papier sec. A présent, nos champignons sont prêts à être conservés dans un récipient hermétique à température ambiante (**figure 8**).

Le stockage se fait dans un endroit sec et à l'abri des rayons directs du soleil.



**Figure 8** : Nos champignons conservés après séchage à l'air libre (**photo originale**)

- Le taux de matière sèche est calculé avec la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche} = \text{poids sec} * 100 / \text{poids humide}$$

## 2. La congélation des champignons

### 2.1. Blanchiment des champignons

Pour une meilleure conservation, nous avons commencé par blanchir nos champignons dans de l'eau bouillante pendant 2 à 3 minutes maximum (**figure 9**). Cette étape aidera notre produit à éliminer les enzymes d'altération et par conséquent à préserver sa texture et sa saveur lors de la congélation.



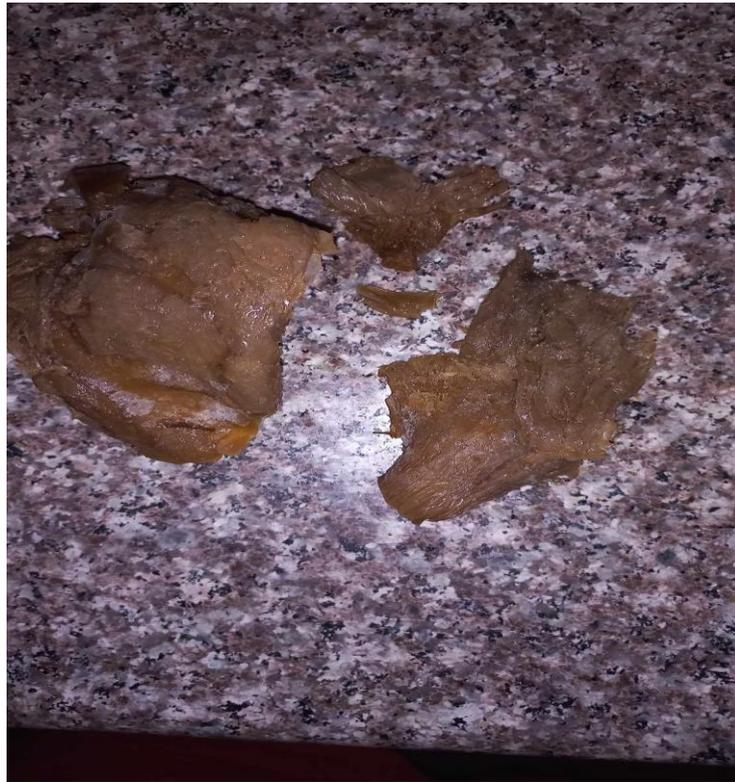
**Figure 9:** procédé de blanchiment (photo originale)

### 2.2. Refroidir des champignons

Pour refroidir nos champignons de la meilleure façon, nous les égouttant rapidement après le blanchiment pour les plonger immédiatement dans de l'eau glacée afin d'arrêter la cuisson.

### 2.3. Congélation des champignons

Afin d'avoir des tranches de champignons congelés séparément et non pas collées, nous les avons mis sur une plaque de cuisson ou un plateau recouvert de papier sulfurisé avant de les placer au congélateur. Une fois les champignons congelés, nous les avons transférés dans un sac de congélation étiqueté (date de congélation) (figure 10).



**Figure 10 : champignons congelés (photo originale)**

## 3. Saumure des champignons

Le procédé de la saumure passe par différentes étapes :

### 3.1. Stériliser les bocaux :

Nos bocaux de conservation sont en verre (**figure 11**) et leur stérilisation se fait par le lavage (le couvercle y compris) avec de l'eau chaude et du savon pour enfin les faire bouillir dans de l'eau claire pendant 10 minutes.



**Figure 11:** étape de stérilisation du bocal de conservation (**photo originale**)

### 3.2. Préparer la saumure

Pour ce faire, dans un grand bol, mélanger environ 30g de sel pour chaque litre d'eau (**figure 11**). Ajouter suffisamment d'eau pour couvrir complètement les champignons.



**Figure 12:** préparation de la saumure (**photo originale**).

### 3.3. Seconde stérilisation des bocaux

Le bocal de conservation est stérilisé une seconde fois après y avoir mis la saumure et nos champignons finement découpés. Pour cela, nous avons mis les bocaux fermés dans un grande cocotte contenant de l'eau dans le fond de cette cocotte (**figure 13**).. Après avoir

chauffé la cocotte nous avons laissé le temps de stérilisation de 10 à 15 minutes après le premier sifflé.



**Figure 13:** Stérilisation du bocal de conservation des champignons (**photo originale**)

Nous avons retiré ensuite le bocal de la cocotte et nous les avons laissé refroidir à température ambiante avant de les conserver dans un endroit frais et sec (**figure 13**). Notons que les champignons en saumure peuvent généralement être conservés pendant plusieurs mois.



**Figure 14:** Les champignons conservés en saumure.

#### 4. Conservation des champignons frais

Pour conserver les champignons à l'état frais nous les avons mis dans un sac en plastique perforé : nous avons placé les champignons proprement nettoyés et coupés dans un sac en plastique perforé afin de permettre la circulation d'air. Le sac est ensuite réservé au bac à légume d'un réfrigérateur.

#### 5. Evaluation sensorielle des champignons conservés

L'évaluation sensorielle des champignons conservés comprend différents critères tels : la couleur, le goût, l'odorat et la texture

Les essais se sont déroulés avec six personnes non entraînées recrutées sur la base de leur disponibilité. Les échantillons codés, avec trois chiffres aléatoires ont été présentés en mode monadique (un seul échantillon à la fois) pour chaque dégustateur.

**Intensité de couleur :** 1- gris foncé 2- gris bleuté 3- gris clair

**Intensité de goût :** 1- boisé fort 2- gout délicat légèrement sucré 3- gout faible

**Odorat :** 1- forte odeur 2- moyenne 3- faible

**Texture :** 1- charnu, ferme et légèrement croquant 2- moins croquant 3- mou

## Résultats et discussion

### Résultats

Cette étude a été menée pour évaluer les effets de différentes techniques de conservation du champignon *P.ostreatus* sur un ensemble de caractéristiques liés à la qualité des champignons.

Les données présentées dans le tableau 2, 3,4 et 5 mettent en évidence l'impact significatif des différentes méthodes de conservation sur la qualité des fruits.

Pour ce faire, nous avons choisi de réaliser l'étude sur 3 échantillons

Le **tableau 2** regroupe tous les paramètres pris en compte pour une étude complète de nos champignons frais (crus)

**Tableau 2.** Caractéristiques des champignons frais

N° d'échantillon	Structure				caractéristiques sensoriels			
	moyenne des dimensions				intensité de couleur	intensité de goût	odorat	texture
	Pied		chapeau					
	longueur	Largeur	diamètre horizontal	diamètre vertical				
<b>1</b>	4,7	2,6	9,2	7,3	3	2	2	1
<b>2</b>	1,8	1,2	6,5	4,2	3	2	2	1
<b>3</b>	5,3	2	10,4	8	3	2	2	1

**Intensité de couleur :** 1- gris foncé 2- gris bleuté 3- gris clair

**Intensité de goût :** 1- boisé fort 2- goût délicat légèrement sucré 3- goût faible

**Odorat :** 1- forte odeur 2- moyenne 3- faible

**Texture :** 1- charnu, ferme et légèrement croquant 2- moins croquant 3- mous

### 1. Résultats de la conservation par séchage

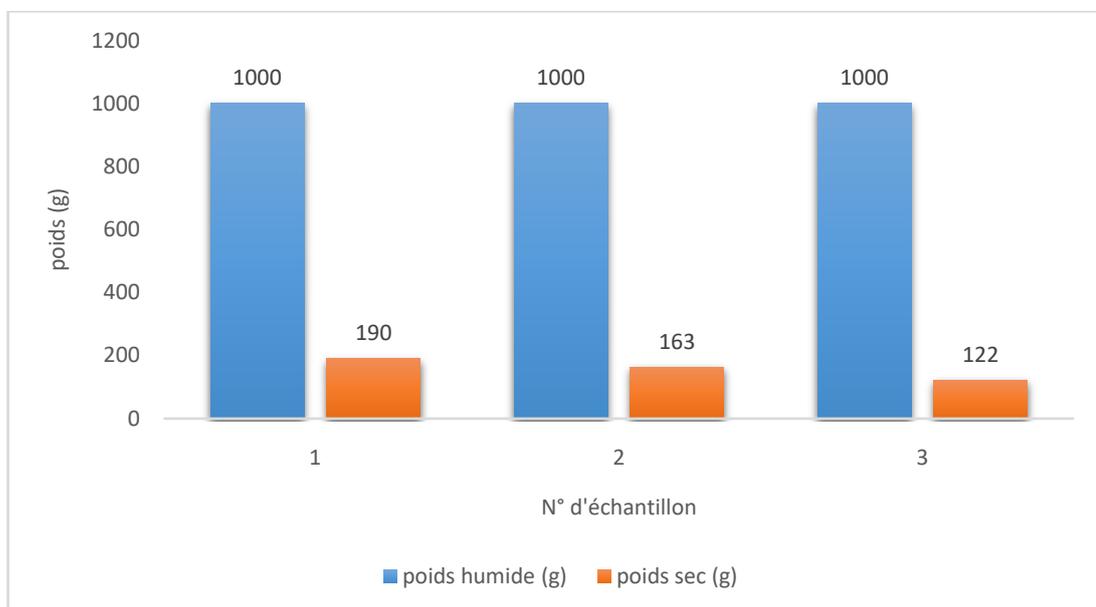
Les résultats de cette étude sont regroupés dans le **tableau 3**

**Tableau 3.** Résultats du séchage des champignons

N° d'échantillon	poids humide (initial) (G)	poids sec (final) (G)	taux d'humidité (%)
1	1000	190	8,1
2	1000	163	8,37
3	1000	122	8,78

- Le taux d'humidité est calculé avec la formule suivante

$$\text{Taux d'humidité} = \frac{\text{poids humide} - \text{poids sec}}{\text{poids humide}} \times 100$$



**Figure 15 :** effet du séchage des champignons sur le poids

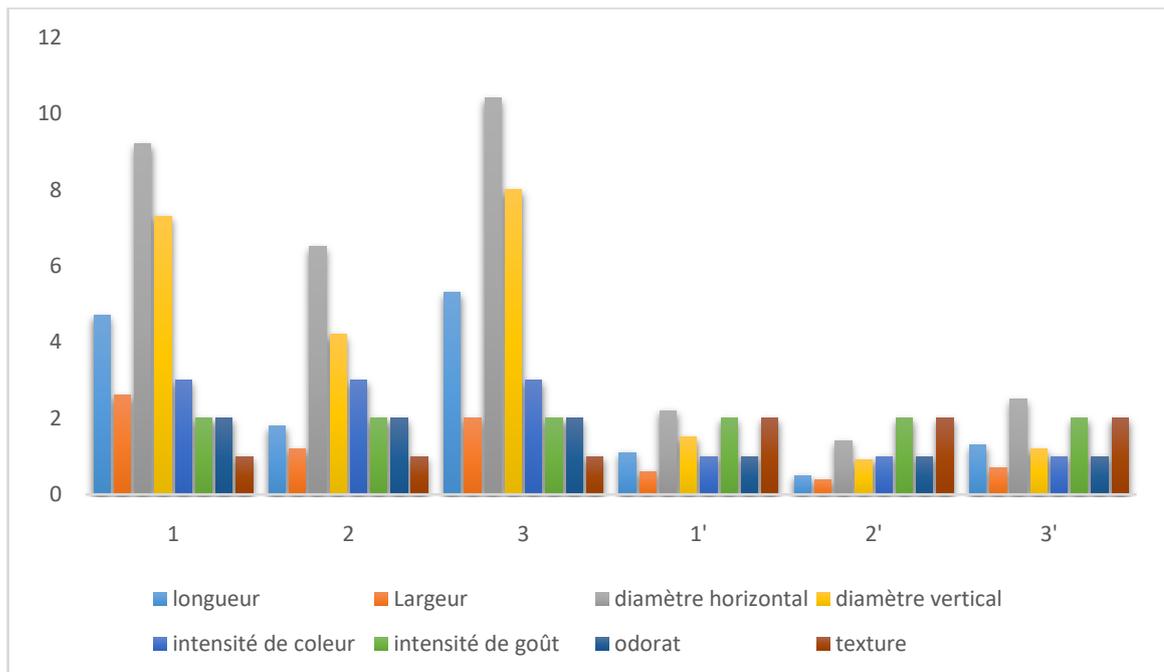
Le tableau et le graphique ci-dessus montrent l'effet du séchage à l'air libre des *Pleurotus ostreatus* sur 3 échantillons. Le taux d'humidité obtenu confirme que la méthode de séchage a bien été efficace et que les champignons sont presque totalement déshydratés.

Sachant que les facteurs à étudier pour vérifier la fiabilité d'une technique de conservation sont aussi la texture, l'aspect et la saveur, ces derniers ont été analysés après séchage. Le **tableau 4** récapitule tous facteurs

**Tableau 4.** Caractéristiques des *Pleurotus Ostreatus* après séchage

N° d'échantillon	Structure				caractéristiques sensoriels			
	moyenne des dimensions				intensité de couleur	intensité de goût	odorat	texture
	Pied		Chapeau					
	longueur	Largeur	diamètre horizontal	diamètre vertical				
1'	1,1	0,6	2,2	1,5	2	1	2	1
2'	0,5	0,4	1,4	0,9	2	1	2	1
3'	1,3	0,7	2,5	1,2	2	1	2	1

- **Intensité de couleur :** 1 gris foncé 2 brun grisâtre 3 brun



**Figure 16 :** histogramme des paramètres caractéristiques des Pleurots *Ostreatus* avant et après séchage

- **Texture :** les champignons séchés deviennent plus durs et plus cassants que les champignons frais.
- **Goût :** le séchage des champignons *pleurotus ostreatuse* intensifie la saveur en ajoutant une note plus prononcée de noisette à leur goût.
- **Couleur :** après le séchage, la couleur des champignons *pleurotus ostreatus* est devenue plus foncée, allant du brun clair au brun foncé et même au noir pour certains.
- **Odeur :** la saveur de la noisette qui se développe après le séchage peut également se traduire par une odeur plus forte de noisette.

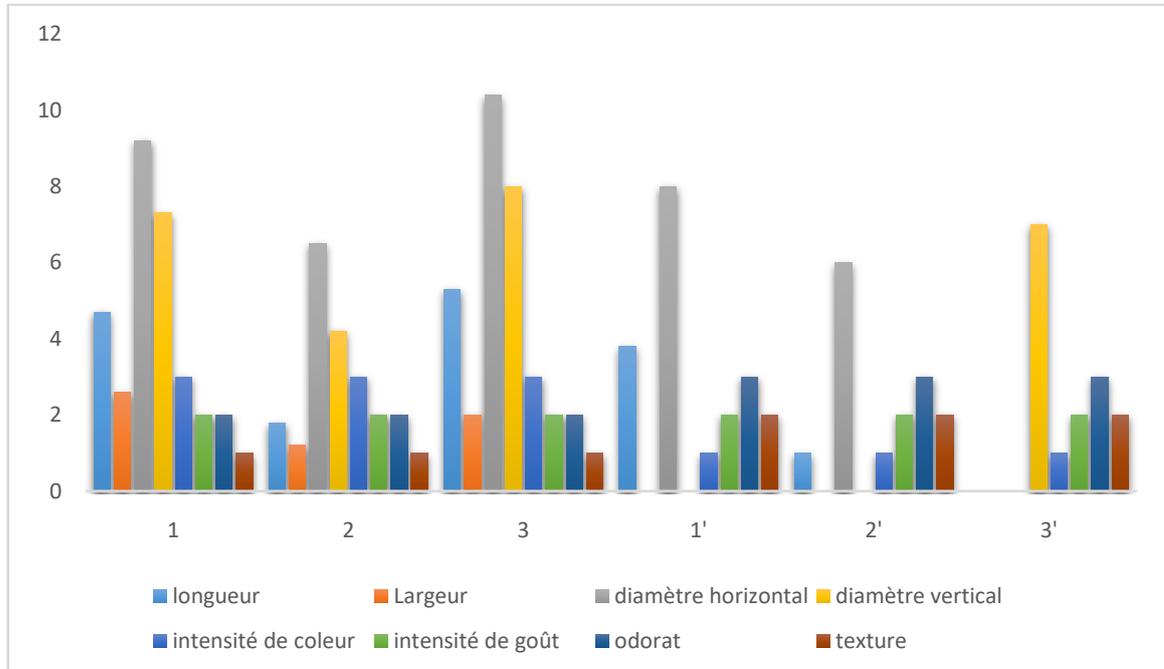
**2. Résultats de la conservation par congélation**

Pour une meilleure étude de cette méthode, un tableau récapitulatif des critères qualitatifs à prendre en compte a été dressé pour nos champignons avant et après congélation

**Tableau 5.** Caractéristiques des champignons après congélation

N° d'échantillon	Structure				caractéristiques sensoriels			
	moyenne des dimensions				intensité de couleur	intensité de goût	odorat	texture
	pied		Chapeau					
	longueur	Largeur	diamètre horizontal	diamètre vertical				
1'	3,8	1,9	8	6,1	1	2	3	2
2'	1	0,6	6	3,8	1	2	3	2
3'	4,6	1,4	9,8	7	1	2	3	2

Afin de bien visualiser la différence avant et après congélation, l'histogramme ci-dessous a été tracé



**Figure 17** : histogramme récapitulatif des changements de *Pleurotus Ostreatus* dus à leur congélation

Les champignons *Pleurotus Ostreatus* peuvent subir plusieurs changements de texture, goût, couleur et odeur après congélation. Voici quelques exemples de changements que l'on peut observer :

- **Texture** : Les champignons deviennent plus mous et perdent de leur fermeté après la congélation.
- **Goût** : une légère altération du goût après congélation.
- **Couleur** : Les champignons perdent leur couleur vive et deviennent plus foncés après la congélation.
- **Odeur** : une légère altération de l'odeur des champignons après congélation.

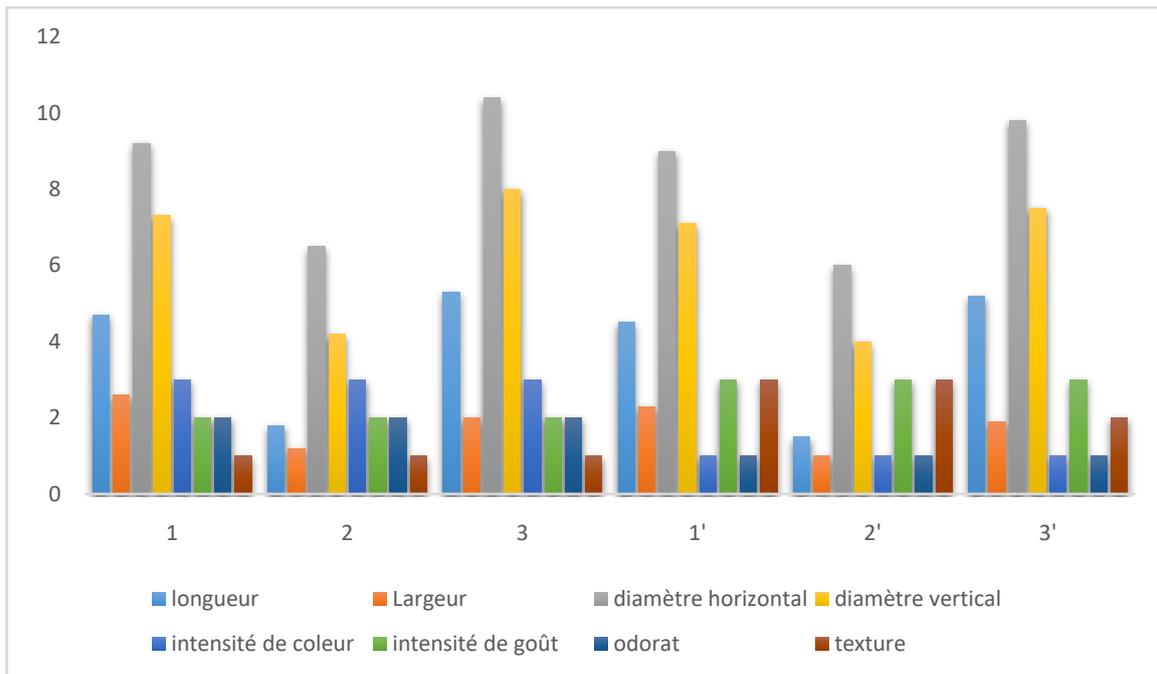
**3. Résultats de la conservation par saumure**

Comme pour les méthodes précédentes, une comparaison des paramètres des champignons conservés avec ceux à l'état frais a été faite afin de comprendre l'impact de cette méthode. Ces paramètres sont regroupés dans le **tableau 6**.

**Tableau 6.** Caractéristiques de *Plerotus Ostreatus* conserves par saumure

N° d'échantillon	Structure				caractéristiques sensoriels			
	moyenne des dimensions				intensité de couleur	intensité de gout	coloration	texture
	Pied		Chapeau					
	longueur	Largeur	diamètre horizontal	diamètre vertical				
1'	4,5	2,3	9	7,1	1	3	1	3
2'	1,5	1	6	4	1	3	1	3
3'	5,2	1,9	9,8	7,5	1	3	1	3

- **Intensité de couleur :** 1 blanc cassé 2 brun clair 3 brun foncé



**Figure 18 :** histogramme récapitulatif des changements de *Pleutorus Otreatus* après conservation par saumure

- **Texture :** Les champignons *pleurotus ostreatus* saumurés ont une texture plus molle et moins croquante que les champignons frais.
- **Goût :** Le goût est également plus salé et légèrement acide en raison de l'ajout de sel et d'acide citrique lors de la saumure.
- **Couleur** peut devenir plus pâle que les champignons frais en raison de la cuisson et de l'exposition à la saumure.
- **Odeur :** En ce qui concerne l'odeur, les champignons saumurés prennent une légère odeur de fermentation en raison du processus de conservation.

## Discussion

### 1. Conservation par séchage

Le séchage au soleil ou l'utilisation de séchoirs solaires s'avère extrêmement efficace selon (Thakur, 2018).

Nos résultats concernant la texture (moyennement ferme) après le séchage sont en accord avec les conclusions d'Arumuganathan (Arumuganathan and others, 2010). Dans

leur étude, ils ont utilisé différentes méthodes de séchage, y compris le séchage au soleil, et ont constaté que les champignons séchés par lyophilisation présentaient la fermeté la plus faible, tandis que ceux séchés par la méthode d'osmo-air présentaient la fermeté la plus élevée. Cette observation peut s'expliquer par le fait que le processus de séchage par osmo-air a conduit à des champignons séchés plus durs en raison de l'effet osmotique. Par ailleurs, **(Kotwaliwale and others, 2007)** ont également signalé une augmentation de la dureté lors du séchage à l'air chaud des *pleurotes*.

Les résultats de **(Bhattacharya and others, 2015)** montrent que les taux d'humidité obtenus à partir du poids du champignon étaient de 68%, 58%, 34% et 33% pour le sécheur à air chaud à recirculation et le séchoir à micro-ondes-convection. Ces valeurs sont nettement inférieures à celles que nous avons obtenues sur les 3 échantillons qui sont : 81%, 83% et 88%.

Cette même étude a révélé que le processus de séchage des pleurotes a pris lieu dans une période assez courte, et que la température de chauffage était comprise entre 50 et 70 °C. En cas de température supérieure à 70 °C, un phénomène de carbonisation a été observé dans les échantillons séchés. Ce qui justifie notre choix de la méthode de séchage au soleil à des températures inférieures à 50°C pour protéger le champignon de ce phénomène qui altère sa qualité.

## 2. Conservation par congélation

On peut attribuer la texture molle des champignons après congélation au fait que la température utilisée dans ce procédé est très basse.

La texture obtenue par cette méthode est de faible fermeté pour tous les échantillons utilisés. **(Arumuganathan and others, 2010)** suggère que les champignons de faible fermeté conviennent à la consommation par des enfants et des personnes âgées en raison de leur tendreté.

D'un autre côté, **(Castellanos-Reyes and others, 2021)** montrent qu'à une température de  $5 \pm 1$  °C, la durée de conservation du champignon *Pleurotus ostreatus* frais augmente jusqu'à 12 jours. Cela est relatif au processus de réfrigération des champignons, la congélation assure une durée de conservation plus importante.

## 3. Conservation par saumure

La saumure est une méthode pratique et économique de conservation. Selon une étude de **(Thakur, 2018)**, il est clairement indiqué que la durée de conservation des pleurotes peut

être prolongée jusqu'à 145 jours en les trempant dans une solution contenant 0,1% d'acide citrique, 0,11% d'acide acétique et 2% de sel. Cependant, il convient de noter que cette technique entraîne une perte significative des différentes caractéristiques sensorielles, telles que le goût, la couleur, la texture et l'odeur.

## Conclusion

*Pleurotus ostreatus* est reconnu pour sa valeur nutritive et ses vertus curatives d'alicament ou aliment fonctionnel, il est donc cultivé et consommé partout dans le monde.

Différentes méthodes de conservation de cette espèce ont fait l'objet de cette étude afin de trouver la meilleure méthode en termes de qualité du produit et du coût.

L'analyse des résultats obtenus par la méthode de séchage au soleil montre qu'ils semblent plus ou moins satisfaisants par rapport aux autres méthodes de conservation adoptées dans notre expérience notamment en ce qui concerne le goût et l'odorat.

Toutefois, les dimensions d'origine du produit sont pratiquement maintenues par congélation, contrairement aux autres méthodes où les dimensions diminuent d'une manière remarquable notamment lors du séchage.

Enfin, sur la base de la discussion ci-dessus, on peut déduire que la nécessité d'appliquer des méthodes de conservation qui réduisent efficacement la détérioration de la qualité, allonger la durée de conservation et conserver la valeur nutritionnelle des champignons frais est évidente.

## Références

- Akkache S. 2010. Effets de deux aliments granulés sur les performances de reproduction des lapines: Université Mouloud Mammeri.
- Anderson JW, Ward K. 1979. High-carbohydrate, high-fiber diets for insulin-treated men with diabetes mellitus. *The American journal of clinical nutrition* 32(11):2312-2321.
- Arumuganathan T, Manikantan M, Indurani C, Rai R, Kamal S. 2010. Texture and quality parameters of oyster mushroom as influenced by drying methods. *International Agrophysics* 24(4):339-342.
- Bâ A, Duponnois R, Diabaté M, Dreyfus B. 2011. Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l'Ouest: méthodes d'étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie et comestibilité: IRD Editions.
- Bashir, A., Vaida, N. & Ahmad Dar, M. (2014). Medicinal importance of mushrooms: A review. *International Journal of Advanced Research* 2(12): 1-4.
- Barros L, Cruz T, Baptista P, Estevinho LM, Ferreira IC. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology* 46(8):2742-2747.
- Bashir A, Vaida N, Ahmad Dar M. 2014. Medicinal importance of mushrooms: A review. *International Journal of Advanced Research* 2(12):1-4.
- Benamar M. 2016. Valorisation de résidus agricoles par la culture de deux souches de champignons comestibles du genre pleurotus.
- Bernaś E, Jaworska G. 2015. Use of onion extract to prevent enzymatic browning of frozen *Agaricus bisporus* mushrooms. *International Journal of refrigeration* 57:257-264.
- Bhattacharya M, Srivastav PP, Mishra HN. 2015. Thin-layer modeling of convective and microwave-convective drying of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of food science and technology* 52:2013-2022.
- Blandeau E. 2012. Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques.
- Boyer A, Sicard E, Bendhia S, Lamoureux E. 2006. Immunité d'inverseurs cmos en champ proche. CEM06, Saint Malo, France.
- Buyck B. 1994. Ubwoba: Les champignons comestibles de l'Ouest du Burundi: Administration générale de la coopération au développement.
- Buyck J, Verriere V, Benmahdi R, Higgins G, Guery B, Matran R, Harvey B, Faure K, Urbach V. 2013. P. aeruginosa LPS stimulates calcium signaling and chloride secretion via CFTR in human bronchial epithelial cells. *Journal of Cystic Fibrosis* 12(1):60-67.
- Cannon PF, Kirk PM. 2007. Fungal families of the world: Cabi.
- Castellanos-Reyes K, Villalobos-Carvajal R, Beldarrain-Iznaga T. 2021. Fresh mushroom preservation techniques. *Foods* 2021, 10, 2126. s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published ....
- Chang S. 1980. Mushrooms as human food. *Bioscience* 30(6):399-401.
- Ciquel AT. 2017. Composition nutritionnelle des aliments.
- Crisan E, Sands A. 1978. Nutritional value. *The biology and cultivation of edible mushrooms*:137-168.
- Delmas J. 1989. Les champignons et leur culture: Flammarion-La Maison Rustique.
- desfemmes c. 2015. comment conserver les champignons. gerbeaud.
- Diamantopoulou P, Philippoussis A. 2015. Cultivated mushrooms: preservation and processing. *Handbook of vegetable preservation and processing*:495-525.
- Flandroy L. 1993. Savez-vous planter des champignons... à la mode des Chinois? *Biofutur (Puteaux)*(123):38-43.
- Flegg P, Maw G. 1976. Mushrooms and their possible contribution to world protein needs. *Mushroom Journal*.

- Gévry M-F. 2010. Étude des facteurs environnementaux déterminant la répartition de champignons forestiers comestibles en Gaspésie, Québec: Université du Québec à Rimouski.
- Gévry M-F. 2011. Évaluation du potentiel de cueillette de champignons forestiers comestibles au Lac-Saint-Jean.
- Gévry M-F, Simard D, Roy G. 2009. Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean.
- Givelet P-H. 2011. Les compléments alimentaires à base de champignons.
- Guillamón E, García-Lafuente A, Lozano M, Rostagno MA, Villares A, Martínez JA. 2010. Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia* 81(7):715-723.
- Günç Ergönül P, Akata I, Kalyoncu F, Ergönül B. 2013. Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. *The Scientific World Journal* 2013.
- Hawksworth DL. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1· 5 million species estimate revisited. *Mycological research* 105(12):1422-1432.
- Hernández D, Sánchez JE, Yamasaki K. 2003. A simple procedure for preparing substrate for *Pleurotus ostreatus* cultivation. *Bioresource Technology* 90(2):145-150.
- Huo J, Zhang M, Wang D, S. Mujumdar A, Bhandari B, Zhang L. 2023. New preservation and detection technologies for edible mushrooms: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- imane t. 2021. Production d'une souche de champignon comestible, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fries) Kumm. sur résidus agricoles et agroindustriels. algérie: université de Tizi-Ouzou. 90 p.
- Jayakumar T, Thomas PA, Geraldine P. 2007. Protective effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on antioxidants of major organs of aged rats. *Experimental gerontology* 42(3):183-191.
- Kalmıs E, Azbar N, Yıldız H, Kalyoncu F. 2008. Feasibility of using olive mill effluent (OME) as a wetting agent during the cultivation of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on wheat straw. *Bioresource Technology* 99(1):164-169.
- Khatun S, Islam A, Cakilcioglu U, Chatterje NC. 2012. Research on mushroom as a potential source of nutraceuticals: a review on Indian perspective. *American Journal of Experimental Agriculture* 2(1):47.
- Kotwaliwale N, Bakane P, Verma A. 2007. Changes in textural and optical properties of oyster mushroom during hot air drying. *Journal of Food Engineering* 78(4):1207-1211.
- lacombe d. 2017. methode de conservation des champignons. tout comment.
- Lambert H. 2001. Champignons: les syndromes d'intoxications. *Quotidien du Médecin* 6991:16.
- Manzi P, Marconi S, Aguzzi A, Pizzoferrato L. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food chemistry* 84(2):201-206.
- Mattila P, Suonpää K, Piironen V. 2000. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif)* 16(7-8):694-696.
- Mesfek F. 2014. Étude écologique et taxonomique des champignons forestiers et morphologie des ectomycorhizes du chêne vert dans la wilaya de Relizane. Mémoire de Magister en Biotechnologie Université d'Oran Algérie.
- Miles PG, Chang S-T. 2004. *Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact*: CRC press.
- Ndong HE, Degreef J, De Kesel A. 2011. Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale. *Taxonomie et identification ABC Taxa* 10:253.
- Oei P. 1993. La culture des champignons. Collection «le point sur». Guide technique. CTA TOOL GRET.
- Olivier J-M, Laborde J, Guinberteau J, Poitou N, Houdeau G. 1991. La culture des champignons: Armand Colin.
- Perera PK, Li Y. 2011. Mushrooms as a functional food mediator in preventing and ameliorating diabetes. *Functional foods in health and disease* 1(4):161-171.
- Rama V, John PJ. 2000. Effects of methods of drying and pretreatments on quality of dehydrated mushroom. *Indian Food Packer* 54(5):59-64.
- Redhead SA. 2002. Phylogeny of agarics: partial systematics solutions for core omphalinoid genera in the Agaricales (euagarics). *Mycotaxon* 83:19-57.

- Riva M, Schiraldi A, Di Cesare L. 1991. Drying of *Agaricus bisporus* mushrooms by microwave-hot air combination. *Lebensmittel-Wissenschaft+ Technologie= Food science+ technology*.
- Romagnesi H. 1995. Atlas des champignons d'Europe: Bordas nature.
- Saiqa S, Haq NB, Muhammad AH, Muhammad AA, ATA UR. 2008. Studies on chemical composition and nutritive evaluation of wild edible mushrooms.
- Sánchez C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology* 85:1321-1337.
- Singh S, Kumar CG, Singh S. 1995. Production, processing and consumption patterns of mushrooms. *Indian Food Industry* 14:38-47.
- Singh SK, Narain M, Kumbhar B. 2001. Effect of drying air temperatures and standard pretreatments on the quality of fluidized bed dried button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Indian Food Packer* 55(5):82-86.
- Singh SS, Wang H, Chan YS, Pan W, Dan X, Yin CM, Akkouch O, Ng TB. 2014. Lectins from edible mushrooms. *Molecules* 20(1):446-469.
- Smith M, Shnyreva A, Wood D, Thurston C. 1998. Tandem organization and highly disparate expression of the two laccase genes *lcc1* and *lcc2* in the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Microbiology* 144(4):1063-1069.
- Stamets P. 2011. Growing gourmet and medicinal mushrooms: Ten speed press.
- Thakur M. 2018. Advances in post-harvest technology and value additions of edible mushrooms. *Indian Phytopathology* 71(3):303-315.
- Viikari L, Linko M. 1977. Reduction of nucleic acid content of SCP. *Process biochemistry*.
- visuel Id. 2023. structure d'n champignon. champignons.
- Wang Y, Buchanan P, Hall I. A list of edible ectomycorrhizal mushrooms; 2002. *Crop & Food Research*. p 0-10.
- Weaver J, Kroger M, Kneebone L. 1977. Comparative protein studies (Kjeldahl, dye binding, amino acid analysis) of nine strains of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach mushrooms. *Journal of Food Science* 42(2):364-366.
- Yapar S, Helvacı S, Peker S. 1990. Drying behavior of mushroom slices. *Drying Technology* 8(1):77-99.
- Yoshioka Y, Emori M, Ikekawa T, Fukuoka F. 1975. Isolation, purification, and structure of components from acidic polysaccharides of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Qué. *Carbohydrate research* 43(2):305-320.
- Zakia B, Rajarathnam S, Shashirekha M. 1992. Mushrooms-unconventional single cell protein for a conventional consumption. *Indian Food Packer* 46(5):20-31.