



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie

قسم : الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Mycologie et biotechnologie fongique

Intitulé :

**Multiplication et Conservation de champignons de Paris
(*Agaricus bisporus*)**

Préparé par :

NOUAR ISRAA

BECILA SIHEM

Le : 14/09/2021

Jury d'évaluation :

Président du jury : Abdelaziz Ouided (MCB- UFM Constantine 1).

Examineurs : Boucherit Zayneb (MAM- UFM Constantine 1).

Promoteur : Almi Hiba (MCB- UFM Constantine 1).

*Année universitaire
2020- 2021*

Remerciement

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

*Nous tenons à remercier très vivement ma directrice de recherche le madame **Almi Hiba**, 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, ses encouragements, ses suggestions, ses explications, son assistance, son soutien indéfectible et sa générosité qu'elle nous a toujours apportée tout au long du parcours .*

*De la même façon, nous remercions particulièrement les deux autres membres du jury Madame **Abdelaziz Ouided** et Madame **Boucherit Zayneb** pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner ce travail.*

Nous remercions les enseignants de mycologie et biotechnologie fongiques et A tous les enseignants de département de microbiologie

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 ma mère **massouada** qui n'a jamais hésité de m'encourager
de m'aider et de me soutenir pendant Parker d'étude.*

*A mes chers parents **Abdallah** et **Farida** pour leur soutien,
leur amour, leur patience ,et leur encouragement.*

*A mes frères **Sid Ali, Mohamed, Adel.***

*A mes sœurs **Sarah, Mounia , Afef , Boutayna** .et surtout
Houda pour leurs précieux conseils.*

*A mon fiancé **Faiz** pour m'avoir soutenu et toute sa famille
Ama tante Nora qui était comme une sœur pour moi .et son
mari **Mohamed** qui m'a beaucoup aidée.*

*A mon binôme **Israa** qui m'a soutenu et a été patient avec moi,
et toute la joie et la tristesse que nous avons traversées. Vous
êtes un morceau de mon cœur et mon compagnon à
l'université. Je vous souhaite plus de réussite et d'excellence
dans votre vie scientifique et pratique.*

*A mes amies **Rhadia , Chiraz, Intissar** pour les moments
heureux que nous avons passés ensemble, mes meilleurs vœux
de réussite et de bonheur.*

*A toute la famille : **BECILA***

Sihem

Dédicace

*A mon très cher Papa **Abd el Kader***

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es .je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension ...ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Rac à toi Papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité.

*A ma très chère Maman **Samia***

Tu représentes pour moi la source de tendresse, le symbole de la bonté. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Aucune dédicace pour mes chers parents ne serait être assez éloquente pour exprimer tous les sacrifices que vous n'avez donnés depuis ma naissance jusqu'à l'âge adulte. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver vous accorde longue vie, santé et bonheur Inch'allah.

*Je dédie ce travail à mes très chers frères **TAHA**, et **SOHEIB**, et ma belle-sœur **ASMA**. Avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*A tous les membres de la famille **NOUAR** et **BOUMAZA**.*

*A mes chères amies **RADHIA**, **INTISSAR**, **CHIRAZ**, **AYA**, **ROUMEISSA**. En souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.*

*Sans oublier mon binôme **SIHEM** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.*

Israa

Table de matière

➤ Liste des abréviations	
➤ Liste des figures	
➤ Liste des tableaux	
Introduction.....	1
<i>Chapitre01 : Champignons comestibles et Agaricus bisporus</i>	
1. Les champignons	3
1.1 Les caractères généraux.....	3
1.2 Classification	3
1.3 Les basidiomycètes	3
1.3.1 Le cycle de vie des basidiomycètes.....	3
2. Les champignons comestibles.....	4
2.1 L'organisation générale.....	4
2.2 Biologie des champignons comestibles	6
2.3 Le mode de nutrition des champignons comestibles.....	6
2.4 Identification des champignons comestibles	7
2.4.1 Caractères macroscopiques.....	7
2.4.2 Caractères microscopiques.....	9
2.4.3 Caractères organoleptique.....	9
2.5 Importance alimentaire des champignons comestibles.....	9
3. Champignons de paris (<i>Agaricus bisporus</i>).....	9
3.1 Le genre <i>Agaricus</i>	9
3.2 L'espèce <i>Agaricus bisporus</i>	9
3.2.1 Classification d' <i>Agaricus bisporus</i>	10
3.2.2 Caractères morphologiques	11
3.2.3 Cycle de reproduction.....	11
3.3 Production mondiale d' <i>Agaricus bisporus</i>	11
<i>Chapitre 02 : Multiplication de champignon de Paris</i>	
1. La multiplication des champignons comestibles.....	12
1.1. Les objectifs de la multiplication ou la culture des champignons comestibles.....	12
1.2. Les mycoculteurs des champignons.....	12
1.3. Généralité sur la culture ou la multiplication des champignons de paris (<i>Agaricus bisporus</i>)	13
1.3.1. Historique.....	13
1.3.2. Les différents modes de multiplication ou culture.....	13
1.4. La relation entre les Matières premières du substrat, le choix d'un champignon et d'une technique déterminé.....	14
1.5. Les paramètres affectant ou la multiplication des champignons.....	14
1.6. Le choix de la souche à cultiver.....	17
1.7. Les besoins pour initier la multiplication ou la culture.....	17
2. Mode de multiplication d' <i>Agaricus bisporus</i>	19
2.1.Préparation du blanc fongique.....	21
2.1.1. La préparation du milieu de culture.....	21

2.1.2. Les cultures.....	21
2.1.3. La culture d'un tissu	21
2.1.4. La culture de démarrage (blanc mère).....	22
2.1.5. Préparation du blanc final.....	22
2.2. Préparation de composte	23
2.2.1 Matières premières.....	23
2.2.2. Le choix de l'emplacement du compostage.....	24
2.2.3. Opération de compostage	24
2.3. La pasteurisation ou échauffement maximal.....	25
2.4. L'ensemencement ou lardage.....	26
2.5. L'incubation	27
2.6. Le gobetage.....	28
2.7. Post-incubation.....	29
2.8. La fructification.....	29
2.9. La récolte et la cueillette.....	30
3. Traitements après-récolte.....	31
<i>Chapitre 03 : Conservation de champignon de Paris</i>	
1. La conservation des champignons comestibles.....	32
1.1. La conservation des champignons : frais (quelques jours).....	32
1.2. La conservation des champignons : déshydratés (environ 5 ans).....	33
1.3. La Conservation des champignons : congelées (environ 6 mois).....	35
1.4. La conservation des champignons : dans leur jus.....	35
1.5. La conservation des champignons : au vinaigre (6 mois à 1 an).....	36
1.6. La conservation des champignons : à l'huile (6 mois à 1 an).....	36
1.7. La conservation des champignons : plongés dans du sel (6 mois à 1 an).....	37
<i>Conclusion</i>	38
<i>Résumé</i>	
<i>Références et bibliographie</i>	39

Liste des abréviations

cm : centimètre

FOA :L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

CO2 :Dioxyde de carbone

C : le carbone

N : l'azote

C/N : rapport massique carbone sur azote

PH :Unité de mesure d'acidité

> :Signe supérieur à

C °:Degré Celsius

PDA :Potato Dextrose Agar

SDA :Son du riz Dextrose Agar

g : grammes

L : litre

min : minute

mm : millimètre

Kg : Kilo gramme

ml : millilitre

m3 : mètre cube

% :Le pourcentage

HR : l'humidité relative

UE : Union européenne

Liste des figures

- Figure 01** : Illustration de la reproduction des basidiomycètes.
- Figure 02** : Morphologie des champignons.
- Figure 03** : Les différents formes et marges des chapeaux des champignons.
- Figure 04** : Les différents aspects des pieds des champignons.
- Figure 05** : L'espèce d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 06** : les qualités d'un bon mycoculteur.
- figure07** : les besoins pour initier une culture.
- Figure 08** : Les différentes étapes de la multiplication de champignon de paris (*Agaricus bisporus*).
- Figure09** : la courbe de températures théoriques de pasteurisation d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 10** : le lardage d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 11** : l'incubation d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 12** : Le gobetage d'*Agaricus bisporus*.
- Figure13** : la post-incubation d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 14**: La fructification d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 15** : La récolte d'*Agaricus bisporus*.
- Figure 16** : La conservation des champignons frais.
- Figure 17** : La conservation des champignons par déshydratation.
- Figure18** : les étapes et les méthodes utilisées dans la déshydratation des champignons.
- Figure 19** : La conservation des champignons par la congélation.
- Figure 20** : La conservation des champignons dans leur jus.
- Figure 21** : La conservation des champignons à l'huile.
- Figure 22** : La conservation des champignons dans le sel.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Organisation générale des champignons comestibles.

Tableau 02 : Carte d'identité d'*Agaricus bisporus*.

Tableau 03 : La classification d'*Agaricus bisporus*.

Tableau 04 : Les paramètres affectant la multiplication des champignons de paris.

Introduction

Introduction

Le nombre de champignons présents dans le monde entier est estimé à environ 140 000, mais seulement 10%, soit environ 14 000 espèces, sont connues aujourd'hui. Les champignons font partie intégrante de la plupart des écosystèmes naturels, et contribuent à la redistribution des ressources alimentaires utilisées par l'ensemble des organismes du milieu. Il existe plus de 2000 espèces comestibles, dont certaines sont produites à l'échelle industrielle, comme le shiitake (*Lentinula edodes*), les pleurotes (*Pleurotus spp.*) et le champignon de couche, (*Agaricus bisporus*). **(Largeteau, 2007 ; Régulo, 2013).**

Ces dernières années, la multiplication ou la culture des champignons comestibles est devenue une alternative économique intéressante, principalement en raison de l'augmentation de la demande et de leur valeur sur le marché. En 2009, la production mondiale de champignons comestibles cultivés était de 24 000 milliers de tonnes et elle est en constante augmentation depuis une vingtaine d'années. La principale raison de l'augmentation de la consommation est sa valeur et ses propriétés médicinales, ainsi que son utilisation comme complément alimentaire. Les projets d'amélioration des champignons s'adressent d'abord aux demandes des producteurs, pour lesquels des critères comme le rendement, la conservation après récolte et la résistance aux maladies sont parmi les plus importants. Cependant, les consommateurs et l'industrie alimentaire ont des intérêts différents tels que le goût, la valeur nutritionnelle, la qualité des traitements en cours de culture et post récolte **(Régulo, 2013).**

Le Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) est un champignon de la division des Basidiomycota. Il représente l'une des espèces comestibles les plus connues et les plus cultivées dans le monde. C'est un saprophyte humicole qui est cultivé sur des composts formés de résidus végétaux divers et de fumiers ou fientes de volailles **(Del Pilar, Rodrigues, 2014).**

Les connaissances biologiques des souches sauvages et cultivées d'*Agaricus bisporus* établies en conditions de laboratoire, la reproduction de cette espèce dans la nature et le mode de reproduction sont encore mal connus. Des essais de multiplication ou culture de champignons ont été menés dans les temps anciens, mais ils ont souvent échoué parce que leur nature biologique n'était pas comprise. La culture du champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), en France, a commencé vers 1650. Après la Seconde Guerre mondiale quand du blanc de champignon fiable est devenu facilement disponible dans de nombreux pays. Sa culture s'est beaucoup développée **(Oei, 1993).**

Introduction

L'objectif de notre travail d'une part est la multiplication ou la culture de champignon de paris (*Agaricus bisporus*), sur différents substrats. et d'autre part leur conservation après la récolte. Ce travail est subdivisé en trois chapitres :

Le premier chapitre représente une synthèse bibliographique représentant les informations essentielles sur les champignons comestibles en particulier l'espèce *Agaricus bisporus* (leur morphologie, habitat, classification, cycle de reproduction ...).

Le deuxième chapitre présente une description des conditions et des différentes étapes suivies lors de la multiplication ou la culture d'*Agaricus bisporus*, en commençant par la préparation du blanc fongique et la préparation de composte, jusqu'à la récolte et la cueillette, en passant par : la pasteurisation, l'ensemencement ou lardage, l'incubation, le gobetage, la post-incubation, la fructification.

Le troisième chapitre comporte le traitement après la récolte c'est à dire les différentes méthodes de conservation de champignoion après la récolte à savoir : la conservation des champignons frais, la conservation par déshydratation, par congélation, la conservation des champignons dans leurs jus, à l'huile, la conservation dans le sel.

Et enfin, le mémoire s'achève par une conclusion.

Chapitre 01

Revue bibliographique

1 Les champignons

1.1 Les caractères généraux

Le terme « mycologie » vient du grec « mukès » est la partie de la botanique qui étudie les champignons. L'origine du mot « champignon » est issu du latin « campaniolus » (signifie : produit de la campagne) qui a évolué vers 1350 en « champineul », pour aboutir en 1398 au mot actuel (**Pardo et al. 2001**).

Les champignons se distinguent clairement des plantes, des animaux et des bactéries. Ils appartiennent au règne des Fungi (**Oei, 2005**).

Ils constituent un ensemble très diversifié, compris entre 2,5 et 50 millions d'espèces. Ce sont des eucaryotes fixes unicellulaires ou multicellulaires (**Chabasse, 2001**).

Il leur manque la caractéristique principale des plantes: la capacité d'utiliser l'énergie solaire directement à travers la chlorophylle. Par conséquent, ils sont des organismes hétérotrophes (**Chabasse et al. 2002**).

Ils sont thallophytes, leur appareil végétatif appelé mycélium, qui est composé d'un fin réseau de filaments appelés hyphes. Les hyphes sont enchevêtrés pour former un mycélium diffus, ramifié et tubulaire (**Oei, 2005**).

1.2 Classification

Il existe plusieurs types de classification des champignons, qui reposent sur divers critères physiologiques, reproductifs ou structuraux (**Bousseboua, 2005**).

- Embranchement Chytridiomycota (chytridiomycètes)
- Embranchement des Zygomycota (Zygomycètes)
- Embranchement des Ascomycota (ascomycètes)
- Embranchement des basidiomycota (Basidiomycètes)

1.3 Les basidiomycètes

Ils sont considérés comme les champignons les plus évolués. Parmi les différentes espèces, les plus connus des basidiomycètes sont les champignons comestibles ou vénéneux (**Raven et al. 2005**).

1.3.1 Le cycle de vie des basidiomycètes

Les basidiomycètes se distinguent des autres champignons par la production de basidiospores à l'extérieur d'une structure sporogène en forme de massue ; dont la baside est toujours cloisonnée, mais les cloisons sont perforées. Au cours du cycle de développement (**figure01**), Le mycélium passe par deux phases distinctes chez beaucoup d'espèces de basidiomycètes (**Raven et al. 2013**).

Les mycéliums secondaires dicaryotiques sont produit à partir des mycéliums primaires Monocaryotiques proviennent des basidiospores après une fusion de deux types reproducteurs différents. Dans ce cas les mycéliums sont hétérocaryotiques. Le carpophore dans lequel les basides

se différencie sur l'hyménium tapissant les lamelles est formé par Les mycéliums tertiaires dicaryotiques .Ces dernier libèrent des milliards de basidiospores (Raven et al. 2005).

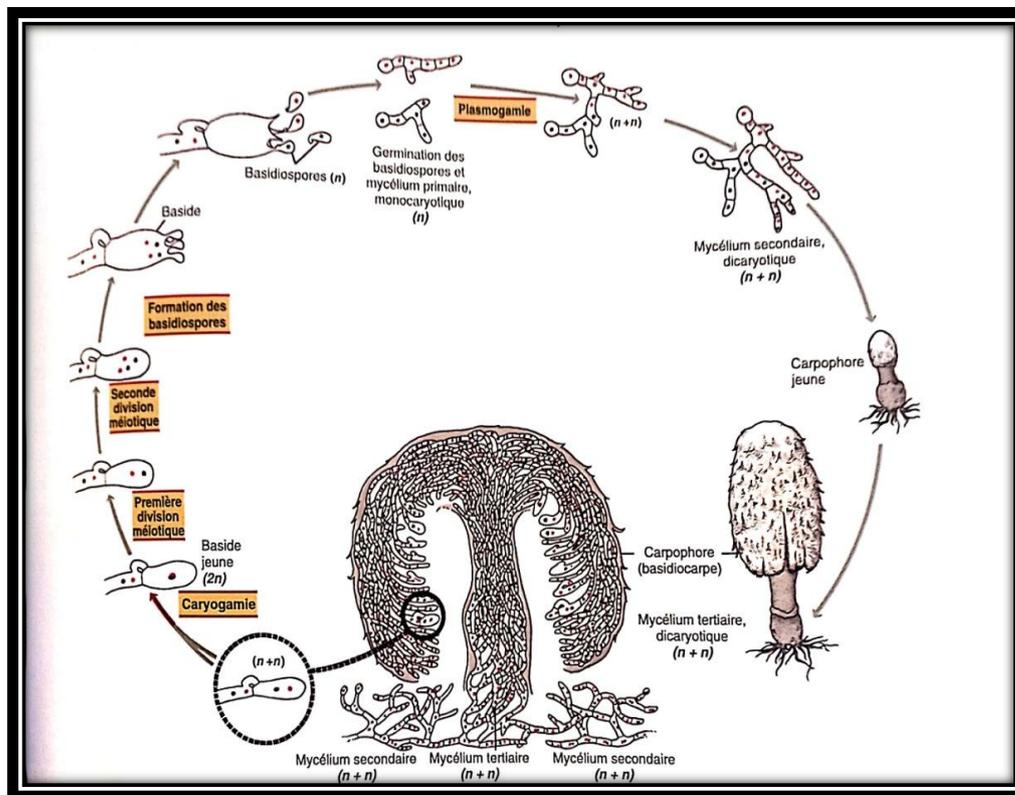


Figure 01 : Illustration de la reproduction des basidiomycètes (Raven et al. 2005).

2 Les champignons comestibles

2.1 L'organisation générale

Quoique la grande famille des champignons comporte des espèces aient toutes formes qui différencie les unes par les autres (tableau 01), parmi les quelques se distingue la forme la plus commune est un pied surmonté d'un chapeau généralement convexe.

Tableau 01 : Organisation générale des champignons comestibles (Ramamonjisoa, 2006).

Organismes	Définition	Structure	Rôle
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 a l'origine de la fructification porteuse des organes de reproduction et de dispersion.	Le mycélium est un groupement de filaments souvent blanchâtres qui se ramifient considérablement jusqu'à former une véritable toile, approchant à un feutrage. Les noyaux des cellules du mycélium sont séparés par des cloisons.	Le mycélium se définit par 3 grandes fonctions : premièrement, la sécrétion, selon les espèces, les mycéliums peuvent sécréter des enzymes puissantes capable de dégrader les matières organiques les plus résistantes. Ensuite l'absorption, ils absorbent les éléments nutritifs nécessaires à la survie de ses cellules. Finalement, les mycéliums assurent une surface de contact maximal entre le champignon et le milieu duquel il tire sa subsistance.
Le carpophore	Encore appelé sporophore, par le fait qu'il porte les spores. il est constitué de deux parties ; le pied et le chapeau.	-Le pied : selon les espèces la taille, la forme et la position du pied par rapport au chapeau peuvent varier. - le chapeau : présent	Selon l'espèce le carpophore peut être consommé ou non. L'utilisation du carpophore dans différents domaines est figuré parmi ses

		deux faces, une face inférieure qui porte les organes de reproduction et les sporocystes, et une autre face supérieure dont la forme et la couleur des deux varie selon les espèces.	multiples vertus, lorsque les organes de reproduction se localisent dans sa face inférieure.
Les spores	Les spores constituent la forme de résistance et de dissémination la plus adaptée des champignons.		Organe de dispersion et de multiplication de l'espèce, c'est aussi une forme de conservation lors des conditions défavorable.

2.2 Biologie des champignons comestibles

Le champignon est divisé en deux parties ; la partie souterraine de l'organisme est le mycélium qui est formé de filaments souvent blanchâtres appelés hyphes et que l'on retrouve dans l'humus, le sol minéral ou le bois pourri par exemple, la partie externe du champignon est le carpophore qui assure la reproduction de l'organisme par libération de millions spores. Étant donné que la récolte du carpophore n'entraîne pas la destruction du mycélium, Les champignons sont considérés comme une ressource renouvelable. La croissance d'un carpophore est une opération précipitée qui se produit généralement entre 24h et 48h, après quoi ils disparaissent presque aussitôt en se décomposant, par conséquent La présence des carpophores à la surface du sol est très éphémère. Il est important que pour les champignons sont d'être cueilli seulement à ce stade, puisqu'il aura alors complété son cycle de reproduction, contribuant ainsi au maintien de l'espèce dans son environnement (Gévry, 2009).

2.3 Le mode de nutrition des champignons comestibles

Les champignons sont des organismes hétérotrophes que l'on classe communément en trois grandes catégories en fonction de leur mode nutrition, on retrouve :

- **Les Saprophytes** : qui se nourrissent à partir de la matière organique morte (Gévry, 2009).
- **Les parasites** : qui se nourrissent à partir de la matière organique vivante (Gévry, 2009).
- **Les symbiotiques** : ils ont développé une association obligatoire avec les végétaux pour assurer leur survie en milieu naturel (Gévry, 2009).

2.4 Identification des champignons comestibles

La démarche d'identification d'un champignon inconnu n'est pas facile. Elle nécessite des connaissances en mycologie et des traits morphologiques (figure02), essentielles de chaque groupe de champignon (Gévry, 2009).

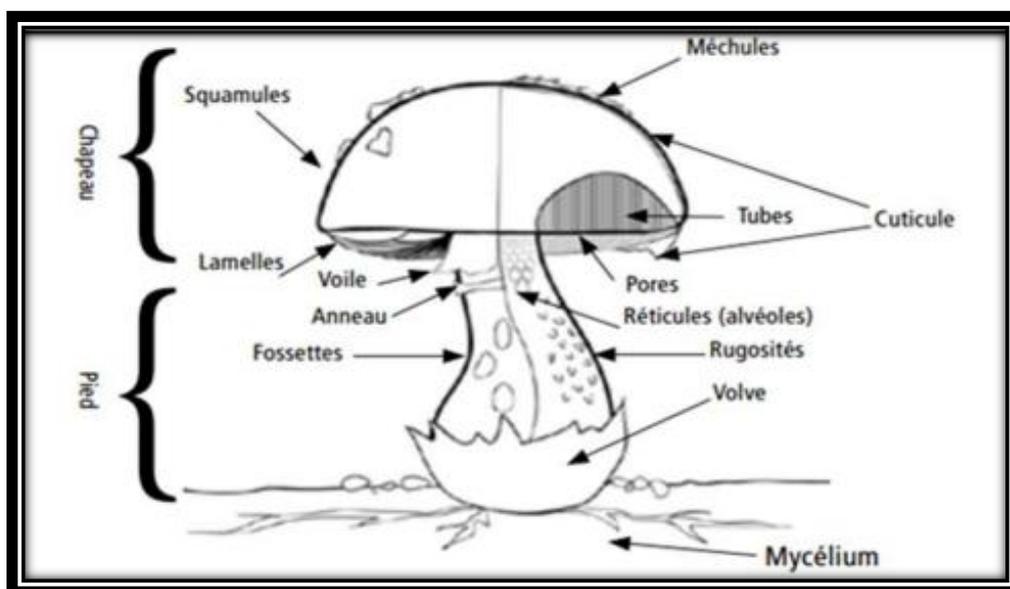


Figure 02 : Morphologie des champignons (Gévry, 2009).

De façon générale un champignon peut être identifié à partir d'une approche classique fondée sur les caractères macroscopiques, microscopiques et organoleptiques des sporophores.

2.4.1 Caractères macroscopiques

- **Hyménophore**: situé sous le chapeau ; c'est la partie fertile du champignon où se trouvent les spores (Buyck, Polese, 2013). On distingue :
 - **Les champignons à lames**: sont les plus nombreux, portant des lamelles et lamelles intermédiaires ; description de la forme, l'espacement des lames et la présence ou non de lamellules, la largeur et le mode de rattachement de lames, ainsi de sa couleur (Buyck, Polese, 2013).

- **Les champignons à tubes:** comportent moins d'espèces mais sont très fréquents, leur identification est plus facile on observera: la couleur et la hauteur des tubes, la taille des pores, la forme et la couleur des pores (**Buyck, Polese, 2013**).
- **Les champignons à aiguillons :** comporte quelques espèces. la détermination se faisant sur d'autres caractères (**Buyck, Polese, 2013**).
- **Chapeau:** les dimensions (le diamètre, l'épaisseur), la forme du chapeau (en entonnoir, en cloche, ombiliquée), couleur, marge (lisse, enroulée, ondulée, striée...) (**figure 03**) (**Buyck, Polese, 2013**).



Figure 03 : Les différents formes et marges des chapeaux des champignons (**Buyck, Polese, 2013**).

- **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(**figure04**)(**Buyck, Polese, 2013**) .

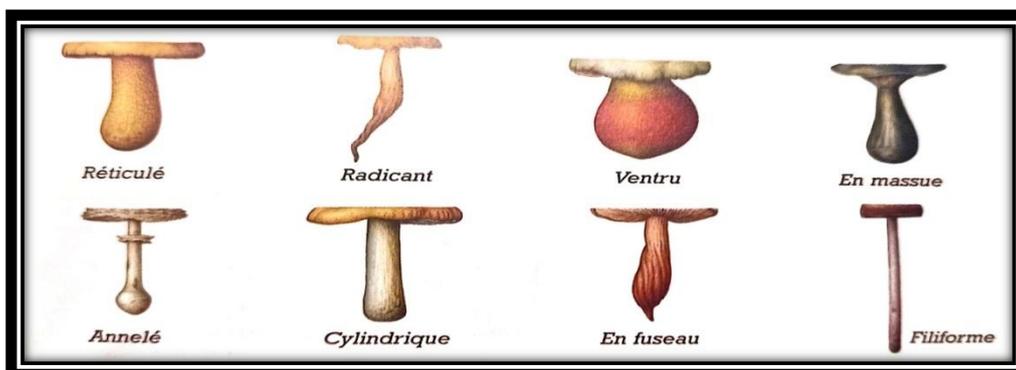


Figure 04 : Les différents aspects des pieds des champignons (**Buyck, Polese, 2013**).

- **Chair:** la consistance (molle, ferme, gélatineuse..), la texture (fibreuse ou cassante), la couleur (**Buyck, Polese, 2013**).

2.4.2 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**).

2.4.3 Caractères organoleptique

- **Odeur:** les odeurs des champignons peuvent parfois être surprenantes : ail, agrumes, amande, anis, cannelle, chlore, érable, farine, fétide, florale, poisson, thé des bois, ... etc. (**Gévry, 2009**).
- **Saveur :** la saveur est décrite comme agréable, douce, insignifiante, amère ou âcre (**Gévry, 2009**).

2.5 Importance alimentaire des champignons comestibles

Les champignons constituent un aliment d'une valeur non négligeable, varie souvent d'une espèce à une autre et selon les conditions du milieu où ils se trouvent. Mentionnons d'abord leur forte teneur en eau comprise entre 70 et 95% et qui dépend de la consistance plus ou moins fibreuse de l'espèce. Ils contiennent aussi des matières minérales potasse et phosphore en particulier assez élevé. La teneur en lipides est très faible entre 0.5 et 2%, alors que la teneur en protéine peut varier de 1 à 7%. Les champignons recèlent aussi des vitamines : A, B1, B2, C, acide pantothénique, etc. Le champignon de couche est le plus nutritif de tous, de plus, il est assez riche en oligoéléments, en fer, en silicium, en soufre et en magnésium particulièrement (**Blot, Gouillier, 2019**).

3 Champignons de paris (*Agaricus bisporus*)

3.1 Le genre *Agaricus*

Les *Agaricus* appartiennent à la division (ou Phylum) des Basidiomycota, la famille des Agaricaceae, est généralement décrit avec un pileus blanc, jaune ou brun, charnu, généralement lisse et blanc chez les exemplaires jeunes. Il se recouvre ensuite de fibrilles ou de squames de couleur ocrée à mesure qu'il s'ouvre. Les lames libres sont roses à l'état jeune, puis brun-noir à noires lorsqu'il vieillit. Les trames sont régulières quand elles sont jeunes, devenant plus tard irrégulières; et elles portent une sporée qui va du brun pourpre à brun foncé (**Del Pilar, Rodriguez, 2014**).

3.2 L'espèce *Agaricus bisporus*

Cette espèce (**figure05**) est à l'origine des souches cultivées des champignons de paris. Le champignon de couche (**tableau02**) c'est aujourd'hui, et de loin, le champignon le plus consommé au monde.



Figure 05 : L'espèce d'*Agaricus bisporus* (Laurent,2015).

Tableau 02 : Carte d'identité d'*Agaricus bisporus* (Laurent,2015).

Répartition	Zone tempérée de tout l'hémisphère nord
Autres noms	Champignon de couche, champignon de paris
Classification	Agaricacées
Hauteur	4-8
Sporée	Brun chocolat
Comestibilité	Excellente
Odeur	Agréable
Saison	Printemps et automne

3.2.1 Classification d'*Agaricus bisporus*

La classification d'*Agaricus bisporus* est comme suit (tableau 03) :

Tableau 03 : La classification d'*Agaricus bisporus* (Chang ,1996).

Règne	Fungi
Division	Basidiomycota
Classe	Hymenomycets
Ordre	Agaricales
Famille	Agaricacea
Genre	Agaricus
Espèce	Agaricus bisporus

3.2.2 Caractères morphologiques

- **Chapeau** : de couleur variable, de crème à brun foncé, le plus souvent d'un brin clair, exceptionnellement blanc. 5-10cm de diamètre, convexe ou aplati au sommet, orné de squames plus ou moins apprimées, grises ou brunes, nombreuses et serrés ou, au contraire, rares et espacées (**Laurent,2015**).
- **Lames** : serrées, rose carné, puis brun chocolat à noires, à arête blanchâtre (**Laurent,2015**).
- **Pied** : assez court, cylindrique, souvent un peu renflé à la base, plein, blanchâtre, brunissant au toucher .avec anneau strié et cotonneux au début, mais fugace et formant un bourrelet ou un léger relief par la suite (**Laurent,2015**).
- **Chair** : ferme blanche, rougissante. Odeur agréable dite de champignon, un peu plus accentuée dans la forme sauvage que dans les souches cultivées (**Laurent,2015**).

3.2.3 Cycle de reproduction

Pour l'étude des différents modes de reproduction chez les champignons.*Agaricus bisporus* est un modèle intéressant ,car dans les différentes souches et variétés de cette espèce ils existent différents cycles de reproduction: la reproduction végétative qui produit par mitose ; un mycélium génétiquement identique à l'organisme parentale, aussi la reproduction sexuée qui génère grâce à la méiose des individus génétiquement différents des parents et d'autres processus regroupé sous le nom de reproduction parasexuée.Ces modes de reproduction ont une influence majeure sur la structure génétique des populations(**Banafsheh, 2014**).

3.3 Production mondiale d'*Agaricus bisporus*

Le champignon de couche (*Agaricus bisporus*) à l'état naturel il pousse essentiellement sur des litières de conifères ou sur des fumiers et composts divers. Des cultures sont signalées dès 1650 en région parisienne. Actuellement, parmi les macromycètes comestibles faisant l'objet d'une production industrielle. *Agaricus bisporus* est le plus cultivé dans le monde, Il représente plus du tiers des 3,2 millions de tonnes produites annuellement. En 2004, la production française se place en troisième position dans l'U E et au cinquième rang mondial après celle de la Chine et des Etats-Unis. La Pologne est le principal producteur parmi les nouveaux membres de l'UE, et se place en deuxième position pour la production européenne en 2004 et 2005 (**Largeteau, 2007**).

Chapitre 02

La multiplication de champignon de paris

1. Multiplication des champignons comestibles

Il existe un grand nombre d'espèces de champignons qui peuvent être multipliées dans le monde et aussi ils dominent les marchés commerciaux.

Les espèces de champignons sont souvent cueillies en milieu sauvage, mais seulement les formes cultivées sont exportées. Quelques espèces sont toxiques. *Agaricus bisporus* surtout est généralement le champignon cultivé comestible (FAO, 2006).

1.1 Les objectifs de la multiplication ou la culture des champignons comestibles

- **Dans le domaine éducatif :** La diversité des champignons et leurs bizarreries, jouent un rôle important dans l'écosystème. D'où il faut encourager la culture et la rendre un projet scolaire (Rigaux, 2011).
- **Dans le domaine économique :** Les champignons sont aussi rentables au niveau du coût. c'est un vrai investissement (Rigaux, 2011).
- **Dans le domaine écologique :** Les champignons peuvent pousser sur plusieurs matériaux (Compost, paille, fumier, bois, café, papier, du carton...) qui sont recyclés et transformés en nourriture (Rigaux, 2011).

1.2. Les mycoculteurs des champignons

Pour être un bon mycoculteur certaines qualités sont nécessaires (Figure06)

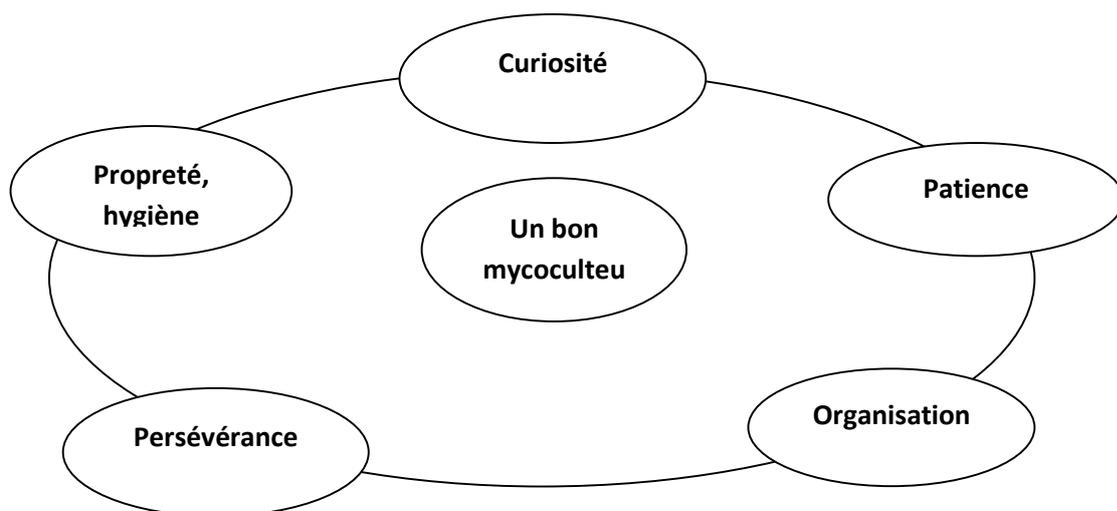


Figure 06 : Les qualités d'un bon mycoculteur (Rigaux, 2011).

1.3. Généralité sur la culture ou la multiplication des champignons de paris (*Agaricus bisporus*)

1.3.1. Historique

La myciculture a connu une expansion après la récolte des champignons sauvages dans la forêt et ses environs. L'absence de la production naturelle a diminué la quantité des champignons au niveau du marché car leur fructification dépend beaucoup de conditions climatiques. Il est très abondant à certaines saisons et disparaît complètement en saisons sèches. C'est pourquoi il est nécessaire d'entrer rapidement dans la phase de domestication. Les orientaux ont, sans doute, été les premiers à réussir dans le domaine de la culture des champignons comestibles. En 1950, c'est autour de la France que se produisent en masse des champignons comestibles avec la naissance de la culture des champignons de couche ou *Agaricus bisporus*.

Cependant, la culture de champignon est encore limitée à cette époque. Les producteurs n'arrivaient pas à maîtriser cette technique empirique et pratiquée en plein air pendant l'hiver et/ou l'été selon les espèces cultivées. Dès lors, la voie était tracée. Des projets de recherche, des conférences et des échanges ont été menés pour améliorer les méthodes de multiplication des champignons. C'est ainsi que la culture en salle a été explorée. Cette nouvelle méthode permet de contrôler les différents paramètres tels que la température, l'aération, l'humidité et de limiter les éventuelles contaminations (Ramamonjisoa, 2006).

1.3.2. Les différents modes de multiplication ou culture

Actuellement les myciculteurs utilisent deux méthodes pour la production des champignons comestibles à condition que l'isolement et la production du blanc doivent être toujours effectués au laboratoire avec toutes les conditions d'asepsie (Ramamonjisoa, 2006).

- **La culture en salle :** il s'agit d'une culture annuelle dans un local préalablement aménagé. Cette technique rapide, et elle assure une production abondante et constante (Ramamonjisoa, 2006).
- **La culture à l'extérieur :** cette méthode nécessite un bon choix du substrat, un emplacement spécialisé qui doit être suffisamment aéré mais à l'abri du vent et du soleil. Aussi de la nature du sol et surtout de la saison de culture (Ramamonjisoa, 2006).

1.4. La relation entre les Matières premières du substrat, le choix d'un champignon et d'une technique déterminé

Pour déterminer quelle espèce de champignon cultiver, sur quelle sorte de déchets et à l'aide de quelle technologie, et puis à vérifier le niveau de température favorable. Il est également possible de choisir d'abord les niveaux de températures, puis l'espèce à cultiver, enfin de sélectionner les matières premières (déchets) et la technologie (les matières des substrats qui ont produit un bon rendement sont présentées en premier). Pour de nombreux types de déchets, la technologie idéale n'existe pas encore. D'autres déchets agricoles peuvent également être utilisés. La composition du substrat peut être ajustée en fonction de la disponibilité des déchets locaux, en tenant compte des principes généraux de préparation du substrat. Dans la culture sur substrat il nécessaire de faire une distinction entre les matières premières et les suppléments. Il convient également de noter que la composition des matières organiques varie d'un endroit à l'autre. Il est connu que la paille de blé d'Europe du Sud est assez différente de celle d'Europe du Nord. De même, pendant la croissance de la culture, le climat affectera la composition des déchets agricoles. Ainsi, grâce à l'utilisation de suppléments, le rendement peut être considérablement augmenté. Les suppléments peuvent fournir de l'azote ou des hydrates de carbone. Ils sont surtout utilisés dans le cas de culture sur substrat fermenté. Les autres suppléments sont constitués de: farine de soja, déchets de l'industrie du sucre (mélasses), feuilles de thé usagées (Oei, 1993).

1.5. Les paramètres affectant la multiplication des champignons

Après avoir colonisé le substrat, le mycélium est capable de produire des fructifications ou «carpophores». La quantité et la qualité des carpophores dépendent de deux catégories de paramètres environnementales : les paramètres extérieurs et les paramètres intérieurs (**tableau04**) (Janotto, 2020).

Tableau 04 : Les paramètres affectant la multiplication des champignons de paris (Janotto, 2020).

Les paramètres extérieurs (extrinsèque à la culture)	
Les 4 principaux paramètres extérieurs	Ce sont les paramètres à l'extérieur de conteneur de culture, qui sont : la température, l'humidité, la lumière, la concentration en CO2
	L'échange d'air dans la culture aide les fruits des champignons à bien respirer. En

<p>Le 5e paramètre extérieur</p>	<p>fait le fruit des champignons va transpirer. Les niveaux d'humidité et le taux de dioxyde de carbone sont régulés par un renouvellement de l'air ; et l'utilisation de petit ventilateur qui apportera plus d'air frais.</p>
<p>Les paramètres intérieurs (intrinsèque à la culture)</p>	
<p>Le traitement du substrat</p>	<p>C'est la stérilisation, dans ce processus la matière organique est fragmentée en morceaux plus petits, permettant au mycélium de croître plus rapidement, mais le paradoxe est que s'il y a contamination, les compétiteurs pourront aussi mieux s'y développer. Elle permet de garder le niveau de contamination le plus bas possible et donc le taux de compétition pour le mycélium le plus faible possible.</p>
<p>Les nutriments</p>	<p>Les deux principales sources de nutriments sont le carbone (C) et l'azote (N) on parle de ratio C/N. Il existe un équilibre entre ces deux paramètres ; Plus le substrat aura un C/N faible, plus le mycélium poussera vite, mais plus la compétition sera également favorisée en cas de contamination. Les champignons peuvent se développer sur tous les ratios C/N, mais leur vitesse de croissance et le taux de contamination sera impacté.</p>
<p>La taille des particules</p>	<p>On peut aussi parler de la densité du substrat. Si le substrat est dense, le mycélium mettra beaucoup de temps à se développer et à digérer le substrat. De plus la majeure partie de son énergie assimilera le substrat et les fructifications seront petites. Alors que sur un substrat beaucoup moins dense et mieux aérée, le champignon y poussera plus</p>

	<p>facilement et rapidement et pourra allouer davantage d'énergie à la fructification.</p>
L'humidité	<p>Il est important que le substrat ait la bonne teneur en humidité. S'il est trop élevé, l'excès d'eau empêchera le mycélium de respirer correctement. S'il est trop bas pendant la période de la fructification, il y a peu d'énergie allouée dans les fructifications.</p> <p>Le bon taux d'humidité du substrat est compris entre 50 et 75% (poids d'eau par rapport au volume sec de substrat)</p>
Le pH	<p>La valeur du PH du milieu affecte directement le taux de croissance et la quantité de fructification qui va être produite. La chaux, ou toutes autres matières à base d'oxyde de calcium utilisées pour stériliser le substrat, modifient le pH. Elles rendent le milieu alcalin, c'est à dire un $\text{pH} > 7$. Cependant le mycélium produit de l'acide au cours du développement pour acidifier le milieu, régulant ainsi la valeur du pH. Mais sachez que plus vous mettez de chaux, plus le pH sera affecté et potentiellement l'expression du mycélium. Un pH de substrat entre 5 et 9 est favorable pour le développement du champignon.</p>
L'oxygène	<p>Ce dernier facteur est donc lié à la taille des particules et la quantité d'humidité. L'espace entre les particules déterminera la quantité d'air, et donc d'oxygène. L'eau présente dans</p>

	le substrat diminuera plus ou moins cette espace, et donc le taux d'oxygène.
--	--

1.6. Le choix de la souche à cultiver

La sélection des souches est basée sur différents critères: La souche de champignon sélectionnée, doit donc être adaptée au substrat choisi. Elle provient généralement d'un laboratoire spécialisé. Les souches sont sélectionnées pour leur productivité, leur résistance aux maladies ou encore pour leurs adaptabilités aux différentes conditions environnementales. Les autres critères de sélection sont: taille, couleur, forme, capacité de conservation, production de spores, etc. Ainsi l'apparition d'un mycélium duveteux sur des souches qui sont généralement filamenteuses, avec un taux de croissance lent ou ralenti, produira généralement des souches à faible rendement. Les cultures sans ces anomalies ou ces problèmes sont utilisées pour faire du blanc et produiront effectivement des champignons. On réalise les essais de multiplication dans de petits conteneurs d'abord, puis les souches adéquates sont sélectionnées et cultivées plus tard en plus grandes quantités (Janotto, 2020 ; Oei, 1993).

1.7. Les besoins pour initier la multiplication ou la culture

Afin de cultiver un champignon, il faut absolument tenir compte des besoins (Figure07): le conteneur de la culture, la disponibilité du substrat, la souche du champignon et le lieu

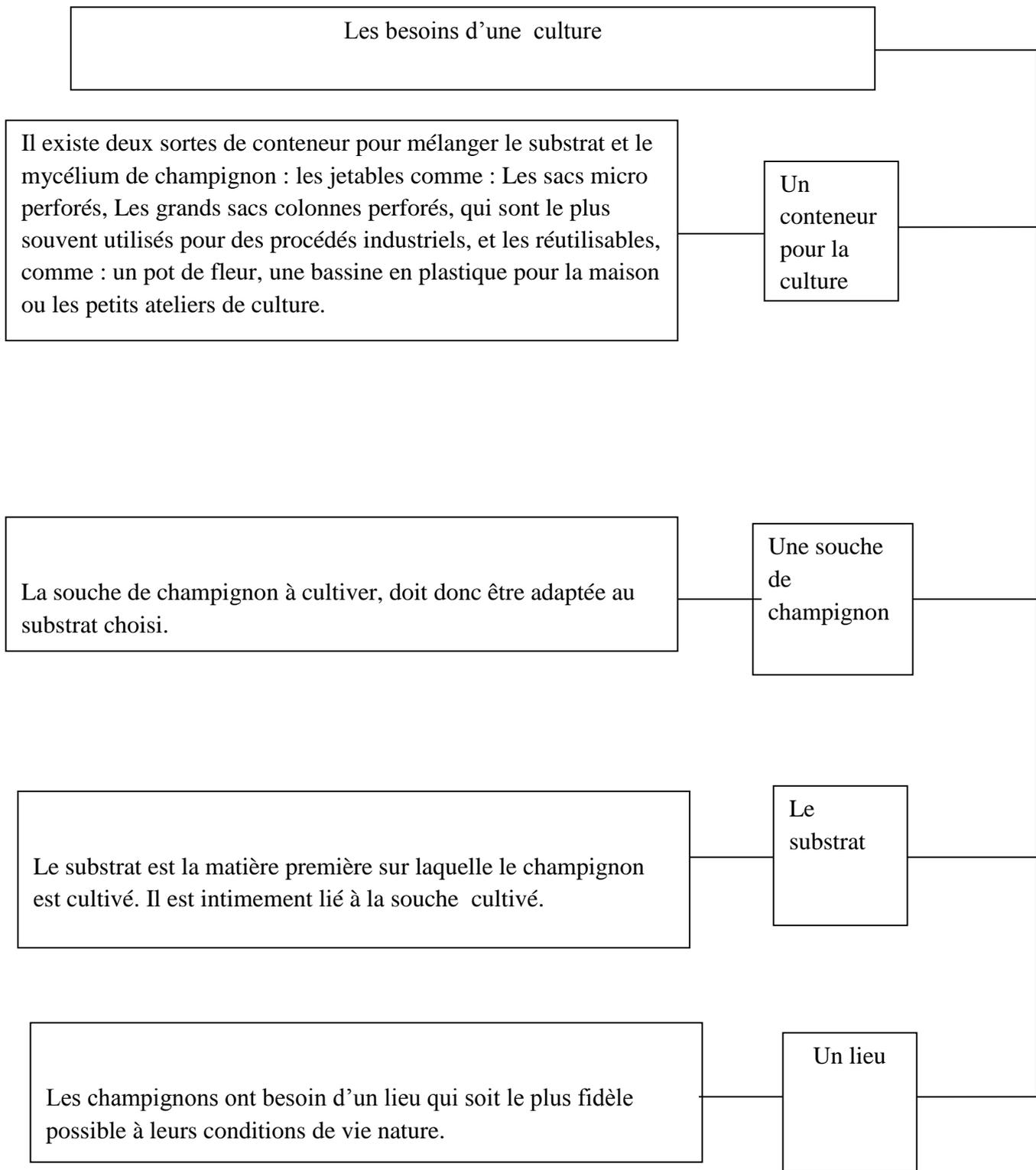


Figure07 : Les besoins pour initier une culture (Janotto, 2020).

2. Mode de multiplication d'*Agaricus bisporus*

À l'heure actuelle, les cultures également constituées de pailles de céréales enrichies en azote par de la farine de plumes et des fientes de poulet. La multiplication ou bien la culture se déroule en plusieurs étapes (**Figure08**). Un processus d'humification contrôlée suivi d'une pasteurisation assure la fabrication d'un substrat sélectif (le compost) pour *Agaricus bisporus*. La semence commerciale, ou blanc, est apportée dans la masse de substrat au taux de 0,5 à 0,8% (poids frais). La deuxième étape, le lardage est la phase d'ensemencement du compost. Le compost ensemencé est subit une incubation de deux semaines à 25C°. en fin d'incubation, l'ensemble du substrat est colonisé par le mycélium d'*Agaricus bisporus*. La troisième étape, le gobetage, consiste à recouvrir le substrat envahi par un mélange pasteurisé de tourbe et de calcaire broyé. Suivi d'une post-incubation durant laquelle le mycélium va envahir le gobetage. La dernière étape consiste à créer un stress thermique en abaissant la température et en régulant le taux de CO₂ autour de 0,1% pour déclencher la fructification (**Largeteau, 2007**)

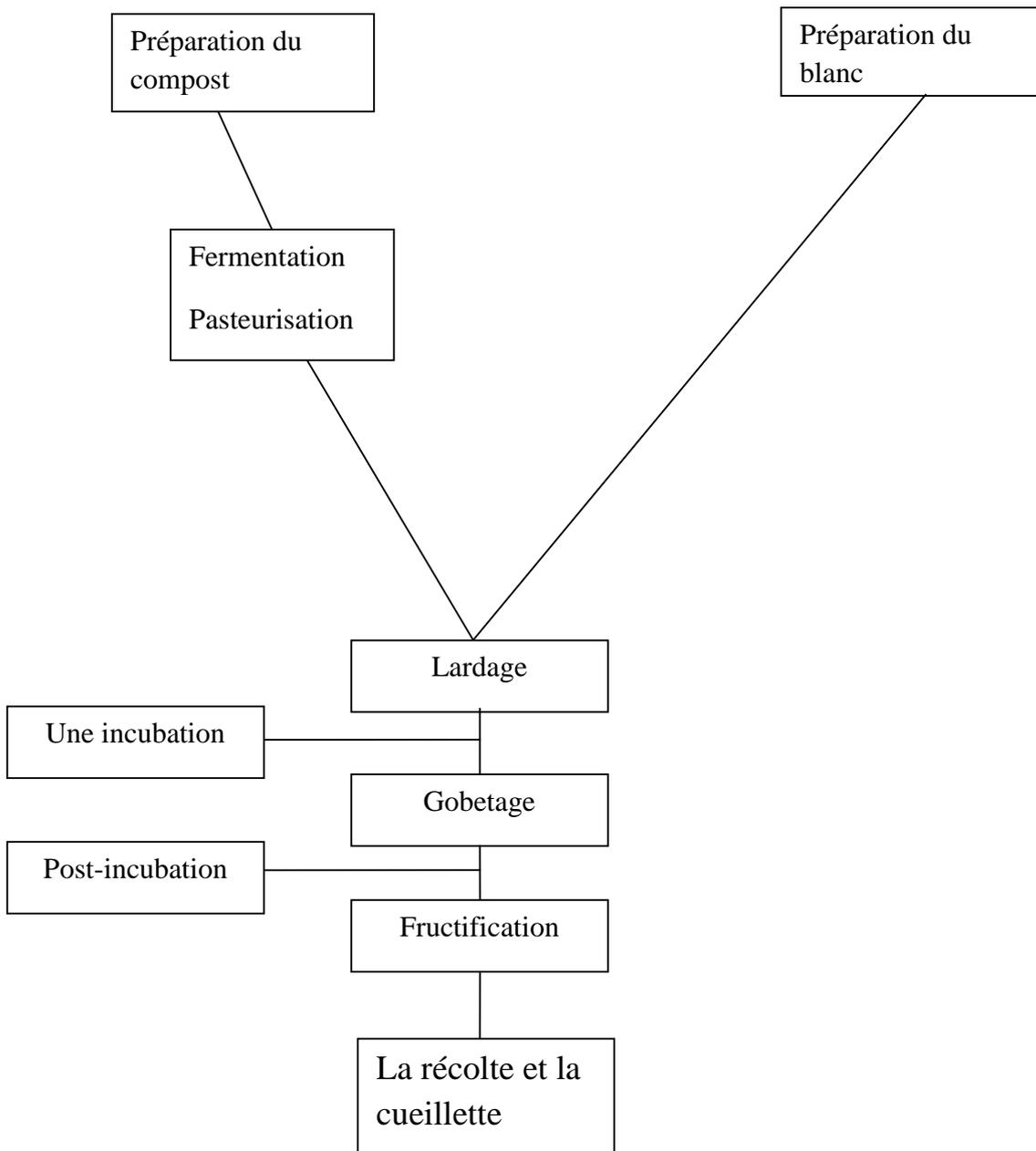


Figure 08 : Les différentes étapes de la multiplication de champignon de paris (*Agaricus bisporus*) (Largeteau, 2007).

2.1. Préparation du blanc fongique

La procédure complète de la production du blanc comporte :

2.1.1. Préparation du milieu de culture

La plupart des espèces croissent sur les milieux de culture suivants :

- 1) Le PDA: milieu d'extrait de pommes de terre (Potato Dextrose Agar) correspond au filtrat de cuisson de 200 g de pomme de terre dans 1 L d'eau déminéralisée + 20 g d'agar + 20 g de Dextrose, porté à 1 L.
- 2) Le SDA : (Son du riz Dextrose Agar) correspond au filtrat de cuisson de 18 g de riz dans 1 L d'eau déminéralisée + 18 g d'agar + 18 g de Dextrose, augmenté à 1 L.

Pour assurer l'homogénéisation et la dissolution des ingrédients, les deux milieux préparés sont chauffés sur plaque pendant 15 min. Enfin, ils sont distribués dans des flacons propres et stérilisés à 120°C pendant 20 min (Almi et al.2017).

2.1.2. Les cultures

La première étape de la production du blanc est réalisée dans un milieu de culture artificiel. Il doit contenir suffisamment de nutriments pour la croissance des champignons, notamment des saccharides et un agent gélifiant. Le mycélium se développe à la surface du milieu de culture et sera ensuite utilisé pour inoculer des substrats plus volumineux comme les céréales. Au fond, la production de blanc revient à introduire du mycélium du champignon choisi dans un substrat stérile appropriée dans des conditions aseptiques (Nieuwenhuijzen, 2007).

2.1.3. La culture d'un tissu

La culture d'un tissu est utilisée pour produire la culture de semence (d'une culture mère) originale uniquement lorsqu'il n'est pas possible d'acheter une culture de démarrage auprès du fabricant (un producteur) ou du laboratoire.

Obtenir un mycélium jeune et vigoureux à partir d'une jeune fructification. Lavez attentivement le champignon. Trempez le scalpel dans l'alcool, puis chauffez-le au rouge dans la flamme. Laissez refroidir pendant 10 secondes. Cassez ou déchirez le champignon dans le sens de la longueur. Ne touchez pas la blessure. A l'aide d'un scalpel passé à la flamme, prélevez une parcelle de tissu dans la blessure. Ouvrez l'éprouvette/ la boîte de Pétri. Puis posez doucement la parcelle de tissu au milieu de l'agar. Refermez immédiatement. Inoculez au moins 3

Éprouvettes, davantage de préférence.

Incubez les éprouvettes/ boîtes de Pétri fraîchement inoculées pendant environ 10 jours à 25C °. A travers de trois à quatre jours (**Nieuwenhuijzen, 2007**).

2.1.4. La culture de démarrage (blanc mère):

La culture de démarrage (ou culture mère) est obtenue chez un producteur de blanc ou dans un laboratoire où elle produite à partir des fructifications fraîches et vigoureuses. D'autres cultures sur agar seront produites à partir de cette culture. De nombreuses éprouvettes seront inoculées en utilisant la méthode de transfert de culture, et ces éprouvettes seront utilisées pour inoculer des récipients plus grands tels que des flacons, qui inoculeront le blanc final sur substrat. Attendre que l'agar se soit solidifié avant de déplacer ou de manipuler les éprouvettes/flacons pour éviter qu'une petite partie de l'agar ne se solidifie sur l'autre paroi ou trop près du bouchon.

La culture mère est utilisée pour inoculer la culture céréalière (blanc granulé) et une nouvelle génération de culture mère.

Les types de céréales on utilise différentes sortes de céréale telle que du froment, du seigle, du millet, du riz ou du sorgho. Les graines sont d'abord bouillies, égouttées, puis les récipients sont remplis et désinfectés.

Le degré d'humidité des céréales, après cuisson, doit être d'environ 50 %. S'il est plus élevé, le mycélium peut se développer plus rapidement, mais le risque de bactéries sera beaucoup plus élevé et la croissance mycélienne sera plus lente. Si ce taux est inférieur à 35 %.

Attendez que le récipient refroidisse complètement avant de le retirer de l'autoclave.

Dans une touque, il faut généralement au moins 6 heures de traitement pour assurer le chauffage du noyau des sacs de blanc. Une fois que la température du cœur du récipient est inférieure à la croissance maximale des mycéliums, l'inoculation peut commencer.

Incubez les flacons jusqu'à ce que le mycélium envahisse le substrat. La température doit être proche de la température optimale pour croissance mycélienne.

Agitez-les une fois (au bout de huit jours) ou deux fois pendant la période d'incubation (ou tous les deux ou trois jours), afin que les mycéliums soient uniformément répartis et empêchent les grains ne se collent les uns aux autres.

Conservez le blanc au réfrigérateur et ne le sortez pas avant d'être prêt à l'utiliser.

Au-dessus de 25 °C, le blanc peut se dégrader pendant la nuit (**Nieuwenhuijzen, 2007**).

2.1.5. Préparation du blanc final

Pour inoculer le compost dans les ordures sur l'étagère (ou le compost contenu dans les grands sacs de culture disposés à même le sol), nous avons besoin de grandes quantités de blanc, ce qu'on appelle blanc final.

La préparation du blanc final est réalisée dans des sacs, qui sont similaire à la préparation du blanc mère. Mais le format est différent (Nieuwenhuijzen, 2007).

2.2. Préparation de composte

Les champignons de culture comme les *Agaricus spp* (champignon de couche) sont des organismes saprophytes et qu'il se nourrit de déchets végétaux. Donc ils ne se développent que sur des résidus végétaux fermentés ou compostés (Nieuwenhuijzen, 2007).

Par conséquent, La première chose pour faire cultiver ces champignons est de préparer le sol ou le substrat sur lequel on va le faire pousser. Pour cette raison, nous préparerons un compost spécifique à la culture du champignon de Paris (**figure 10**), c'est-à-dire que l'on va dégrader les matières pour les rendre digestibles et assimilables par le champignon de Paris. Ce compost doit favoriser le champignon de Paris, il doit être électif, il ne doit pas contenir de compétiteurs ni de parasites du champignon (Cointaut, 2017).

Donc le compostage est un processus indispensable pour rendre les matériaux organiques assimilables pour la croissance de ces champignons et aussi pour l'obtention d'un substrat sélectif, ne doit pas contenir de compétiteurs (Nieuwenhuijzen, 2007).

2.2.1 Matières premières

La base du compostage est constituée généralement des déchets de fermes tels que la paille de riz , la paille de blé ou les parties ligneuses de la canne à sucre , Fumier de poulets, Fumier de cheval...etc. Il faut s'informer de la présence de ces éléments et s'assurer de la disposition d'une réserve constante et de la bonne qualité de ces matériaux de base. Une paille de bonne qualité signifie qu'elle sera sèche et sans pourriture. Lorsqu'elle reste trop humide la paille de riz forme des agglomérats et même des tourteaux. De plus, lorsqu'elles sont trop courtes, la circulation de l'air ne se fait plus aisément. Pour la même raison, le foin séché ne convient pas ; dès qu'il est humidifié, il forme des paquets compacts bloquant toute circulation d'air dans la meule de foin. Dans le cas de la bagasse, il est important qu'elle séjourne en plein air avant l'usage, de sorte que la pluie la débarrasse des résidus de sucre dont se nourrissent les moisissures plus faibles et indésirables. Le fumier Comme source de protéines, on utilise le plus souvent du fumier d'étable riche en paille. Si le fumier est rare ou pas du tout disponible, on aura recours au fumier artificiel tel que l'urée. Le fumier doit avoir une bonne structure. Il ne devra jamais être trop compact au moment de la formation du tas. En plus du fumier, on ajoute du gypse ou de la chaux. Par ailleurs, comme dans

tous les processus impliquant les bactéries et les fungi, l'eau est indispensable pendant le compostage (Nieuwenhuijzen, 2007 ; Cointaut, 2017).

2.2.2. Le choix de l'emplacement du compostage

Lors du choix de l'emplacement du compostage, on veillera à l'éloigner des habitations, on évitera ainsi les plaintes du voisinage à cause de la puanteur. Le compostage est mieux fait dans une zone en béton à une certaine distance des salles de culture et du laboratoire. si possible avec une légère pente et un bassin de collecte cimenté pour recevoir les eaux d'écoulement du compost (Nieuwenhuijzen, 2007).

2.2.3. Opération de compostage

Le compostage est un processus de décomposition par les microorganismes qui a pour résultat un substrat sélectif et riche en éléments nutritifs pour les champignons que nous avons l'intention de cultiver. Les normes qui sont essentielles pour réussir un compostage sont (Nieuwenhuijzen, 2007).

- **Délitage de la paille** : cette opération consiste à couper la paille en fétus ; c'est à dire elle ne peut pas être liée en bottes ou en ballot, pour foisonner la paille et l'arroser. La paille reste alors en tas pour commencer les fermentations (Cointaut, 2017).
- **L'arrosage et le pré-mouillage** : tout d'abord Les matériaux secs sont empilés sur une meule et mouillés à l'eau. La meule doit être humide mais pas trempée de sorte que les éléments nutritifs solubles ne soient pas lessivés. La pratique doit ramollir l'enveloppe externe de la paille en décomposant sa couche de cire. Cette opération appelée pré-mouillage prendra environ 5-6 jours et chaque jour on ajoutera un peu plus d'eau. L'arrosage est effectué de manière à assurer un mélange homogène et bien humidifié (Nieuwenhuijzen, 2007).
- **L'aération** : on mélange la paille et le fumier après le pré-mouillage sans le tasser, pour une bonne aération. Si la meule de compost produit beaucoup de vapeur et que la température excède 60/70C °, le compost est trop chaud. Dans ce cas il est sage de refroidir en retournant la meule sens dessus dessous. Le programme de base implique le retournement de la meule au bout de 5 jours et par la suite 4 fois tous les 3 jours. ; veillez à ce qu'en retournant la meule, la couche supérieure du fumier vienne à l'intérieur de la nouvelle meule et vice versa. Un retournement fréquent de la meule est indispensable pour : assurer une décomposition rapide complète, empêcher la meule de surchauffer, obtenir une structure homogène. Un processus biologique tel que le compostage a besoin d'eau. Pendant toute la

durée de l'opération, le compost doit être humidifié mais non mouillé étant entendu que l'eau puisse s'écouler (**Nieuwenhuijzen, 2007**).

Toutes ces opérations ont pour but de générer et maintenir des fermentations aérobies qui ont pour objet de dégrader les pailles et rendre le substrat assimilable par le champignon de Paris (**Cointaut, 2017**).

2.3. La pasteurisation ou échauffement maximal

Cette étape elle a pour objet de terminer le compostage et finaliser le substrat avant l'ensemencement car le compost frais n'est pas immédiatement utilisable pour les champignons. Il doit subir encore un traitement. Cette phase se nomme échauffement maximal ou pasteurisation. Cet échauffement maximal est nécessaire pour détruire les organismes et micro-organismes indésirables comme les mouches, les bactéries et les moisissures vertes. Il s'obtient avec de la vapeur. Une méthode toute simple de production de vapeur consiste à chauffer de l'eau dans une touque et à amener la vapeur dans les locaux de croissance ou dans le tunnel au moyen de tuyaux. La température optimale du compost pendant la pasteurisation est de 60C ° et sera maintenue pendant au moins 8 heures.

La pasteurisation est suivie d'une phase de conditionnement en vue de préparer le substrat à recevoir le blanc. L'ensemencement ne peut avoir lieu à une température supérieure à 30C°.

Durant la pasteurisation, le débit d'air est de 200 m³ par tonne de compost, on peut faire varier ce débit en fonction du stade de la pasteurisation. Aussi si la pasteurisation est effectuée sans ou avec peu d'appel d'air neuf, on va favoriser le *Chaetonium* qui est un compétiteur du champignon de Paris et qui va prendre sa place (développement d'une moisissure blanche). Pendant la période comprise entre la pasteurisation et l'ensemencement, des petites taches blanches de moisissures dues aux Actinomycètes peuvent apparaître dans le compost. Ces moisissures n'empêchent pas le développement du mycélium des champignons (**Nieuwenhuijzen, 2007 ; Cointaut, 2017**).

La courbe de pasteurisation présente (**Figure09**) (**Cointaut, 2017**).

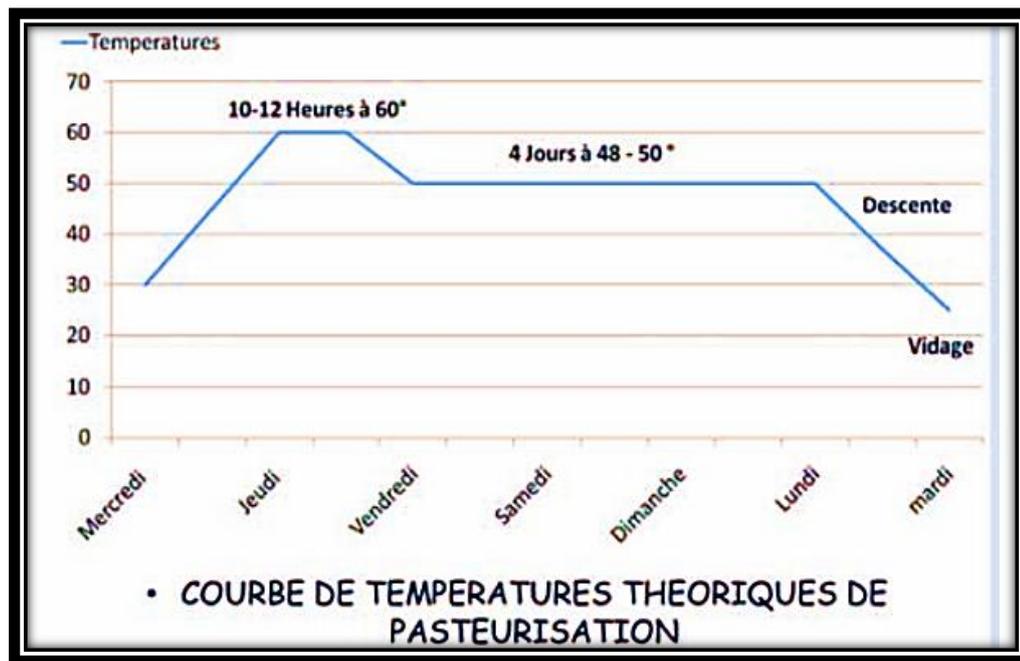


Figure 09 : Courbe de températures théoriques de pasteurisation d'*Agaricus bisporus* (Cointaut, 2017).

La courbe se présente comme suit :

- Une phase de montée à partir de la fin du remplissage de 45°C pour attendre 60°C en 10 ou 15 heures.
- Un palier à 60° de 10 à 12 heures, cette phase a pour objectif de supprimer la flore bactérienne dont on n'aura plus besoin par la suite, éliminer les compétiteurs et parasites encore présents.
- Une phase trop longue entre 52 et 56°C aura pour effet de favoriser la dégradation de la matière organique et le développement des actinomycètes (moisissure gris-blanc en fin de Pasto).

2.4. L'ensemencement ou lardage

Lorsque la température est suffisamment basse (de préférence en dessous de 30C °), le blanc est incorporé à la dose de 1% et mélangé au compost. Le blanc doit être mélangé d'une manière homogène à la couche de compost. Cette opération s'appelle l'ensemencement ou le lardage (Figure10). Après l'ensemencement, le mycélium commence à se développer. À une température idéale située de préférence au-dessous 30C°. Une humidité suffisante est un autre facteur important de production du mycélium. Par conséquent l'humidité relative(HR) doit être très élevée (HR 95% ou plus). De manière générale il faut deux semaines pour que la couche de compost soit complètement colonisée par le mycélium ; à ce stade, on parle d'un compost mature. Dans la

littérature, on mentionne souvent l'ajout de suppléments nutritifs (notamment des éléments riches en protéines) au compost pour augmenter le rendement. Cependant, dans le cas où un rafraîchissement adéquat des locaux de croissance n'aurait pas été possible, l'ajout de suppléments aura l'effet inverse sur le rendement. Un compost surchauffé ne produira aucun champignon. Par conséquent, l'ajout de suppléments sera réservé aux unités de production plus sophistiquées disposant d'un système de refroidissement (Nieuwenhuijzen, 2007 ; Cointaut, 2017).



Figure 10 : Lardage d'*Agaricus bisporus* (Régulo, 2013).

2.5. L'incubation

Pendant le processus d'incubation (**Figure11**), le mycélium sera colonisé dans le substrat dans un environnement à température contrôlée. La salle d'incubation est équipée de ventilation puissante, qui peut introduire de l'air neuf dans la partie non développée de la cave, de sorte qu'il y ait toujours une charge d'air frais pour contrôler la température des caisses (Cointaut, 2017).



Figure 11 : Incubation d'*Agaricus bisporus* (Régulo, 2013).

2.6. Le gobetage

Étant donné que les lits de compost sont envahis par un mycélium mature, ils ne produiront pas une bonne fructification. Pour en arriver là, le champignon de couche a besoin d'une couche de terre de couverture « terre de gobetage » de 4 à 5 cm d'épaisseur, cette terre est composée d'un mélange de calcaire broyé (65-70 %) et de tourbe (30-35%). Le gobetage (**Figure 12**) est préparé dans un atelier spécifique. Cette installation permet de mélanger la terre et la tourbe dans les proportions voulues, d'humidifier le mélange, le désinfecter et le stocker avant utilisation. Pour inciter le mycélium à produire une belle récolte, le gobetage procure les micro-organismes indispensables et le taux d'humidité nécessaire. Le fait d'arroser directement le mycélium provoquerait sa pourriture et par conséquent aucun champignon n'apparaîtra. Cette couverture sert aussi de régulation de l'humidité, elle est répandue en une couche de 5 cm d'épaisseur sur le compost mature. Le gobetage se fait avec de la tourbe. Pour déterminer la quantité d'eau d'arrosage que peut contenir la couverture : poser une couche de couverture de 5 cm d'épaisseur dans un cadre sur lequel est tendu un treillis moustiquaire. Afin de déterminer la quantité d'eau utilisée, arrosez de la même manière que vous arroseriez les étagères. Au moment où l'eau s'écoule sous le treillis, vous aurez atteint le volume d'eau que peut absorber cette surface de couverture-ci. Gardez-vous de verser trop d'eau sur la couverture, l'eau risquerait d'atteindre le compost et causer sa pourriture. Le ratissage de la couverture peut commencer dès que le mycélium apparaît à travers la couverture. Cette opération consiste à mélanger le mycélium de la couche supérieure de la couverture pour obtenir une maturation plus régulière. Le ratissage déchire le mycélium de la couche de couverture et stimule son ressoudage (Nieuwenhuijzen, 2007 ; Cointaut, 2017).



Figure 12 : Le gobetage d'*Agaricus bisporus* (Samuel,2011).

2.7. Post-incubation

La température est maintenue à 25C° et l'humidité relative supérieure à 90% pendant une période de huit jours, ce qu'on appelle la post-incubation (**figure 13**) durant laquelle le mycélium va envahir le gobetage.



Figure13 : La post-incubation d'*Agaricus bisporus* (**Régulo, 2013**).

2.8. La fructification

Lorsque le mycélium prend un aspect blanc duveteux, et pousse bien dans la couverture, il est temps de provoquer une chute de température. Ce changement de climat peut être obtenu en augmentant la ventilation. La ventilation de la cave permet d'abaisser le taux de CO₂ et de ramener la température du compost à 19C ° en quelques jours, cela induit un stress sur le champignon. Par réaction de protection de l'espèce, le champignon va chercher à se reproduire ; c'est la fructification (le passage de la croissance végétative (le mycélium) vers la croissance générative) (**Figure 14**). Chaque variété a ses propres exigences ; si la chute de température est difficile à réaliser, il y aura fructification, mais avec un faible rendement. Ne perdez pas de vue que les variétés modernes d'*Agaricus bisporus* doivent subir un coup de froid. La pulvérisation d'eau peut être effectuée soit avant soit après la récolte. Dès que le mycélium cesse de croître, les filaments mycéliens commencent à former des inflorescences qui se présentent, dans un premier temps, sous la forme de petits boutons très sensibles à la déshydratation, l'humidité relative (HR) doit être très élevée. Au moment où ces petits boutons ont atteint la grosseur d'un petit pois, on commence à pulvériser de l'eau. La quantité d'eau dépend de la vitesse de croissance, du rendement espéré et du mode de récolte. En règle générale, on compte 1 L d'eau pour chaque kg de champignons récoltés. Le nombre et la taille des boutons dépendent de la température et de l'humidité de l'air. Il faut environ 5 jours aux petits boutons pour mûrir. Tout le processus, du moment où l'on recouvre le compost de terre de gobetage jusqu'à la récolte des premiers champignons dure environ 3 semaines (**Nieuwenhuijzen, 2007 ; Cointaut, 2017**).



Figure 14: La fructification d'*Agaricus bisporus* (Régulo, 2013).

2.9. La récolte et la cueillette

En fonction du programme de croissance et de la qualité du compost, la période de récolte durera plusieurs semaines. En général la récolte (**Figure 15**) des premiers champignons doit être effectuée 3 semaines après le gobetage. Dès que les champignons sont à maturité, il faut les cueillir. Si le champignon est cueilli avant ce stade, les pertes de rendement peuvent être très importantes, jusqu'à 30 voire 40%. On dit alors que la cueille est trop serrée. Si les champignons ne sont pas cueillis à maturité, ils seront ouverts ou « tendus » le lendemain et ne correspondront plus aux normes de commercialisation, les champignons devant être fermés. La cueillette doit se faire avec des mains propres et on évitera de blesser les chapeaux. Chaque individu est détaché de la couche de couverture en le prenant délicatement par le chapeau et en exerçant une légère rotation. Suivant la taille du champignon on peut en cueillir deux, trois ou quatre avec une seule main. Pendant la cueille les couches doivent être maintenues propres, on procède à un nettoyage qui consiste à enlever : Les champignons malades (moles), les souches, les grains morts. Le pied souillé de terre est coupé et les champignons sont calibrés et emballés en fonction de la qualité requise. A la fin de la période de récolte, le compost dans les locaux de croissance sera de nouveau pasteurisé (soumis à « un échauffement maximal ») dans le but d'exterminer tous les organismes nuisibles. Ensuite le substrat épuisé est utilisé comme un amendement et fertilisant (Nieuwenhuijzen, 2007



Figure 15 : La récolte d'*Agaricus bisporus* (Samuel,2011).

3. Traitements après-récolte

Les champignons sont des aliments très périssables. Leur valeur sera affectée par le flétrissement, l'excès de maturité, le ramollissement, des changements de saveur, de texture et de structure. Leur durée de conservation après récolte peut être prolongée. Les traitements varient légèrement d'une espèce à une autre. La plupart des essais ont été réalisés avec *Agaricus bisporus*. Parfois, ils sont améliorés par certaines méthodes de conservation. Les principes de base de conservation fondamentaux varient selon les techniques employées. L'objectif de la conservation est de garder la qualité nutritionnelle d'un produit plus longtemps (Oei ,1993).

Chapitre 03

La conservation de champignon de paris

1. La Conservation des champignons comestibles

La majorité des champignons comestibles se détériorent rapidement, donc leur conservation ne dure pas longtemps. Afin de profiter des saveurs des champignons tout au long de l'année, il existe plusieurs modes de conservation.

1.1. La conservation des champignons : frais (quelques jours)

Pour garder la fraîcheur des champignons et d'éviter leurs dessèchement, les professionnels les conservent dans les endroits les plus froids aux réfrigérateurs à 1 ou 2C° (**Figure 16**) inversement des légumes (**Buyck, Polese, 2013**).

Aussi il est préférable d'utiliser les sachets en papier ; car c'est plus respirant, et d'évitez absolument les sacs en plastique alimentaire car ils risqueraient de transpirer (sur la paroi desquels l'eau se condense) (**Desfemmes, 2015**).

Mais pour une conservation parfaite pendant plusieurs jours, il faut placer les champignons dans des récipients de carton et recouvert d'un torchon humide bien sur sans les laver (**Lacombe, 2017**).

La conservation des agarics se fait le jour de leur récolte ou le lendemain le plus tard (**Buyck, Polese, 2013**).



Figure 16: La conservation des champignons frais (**Lacombe, 2017**).

1.2. La conservation des champignons : déshydratés (environ 5 ans)

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 (**Figure 17**). C'est de cette façon les champignons gardent leurs arômes même en vieillissant (**Gévry, 2009 ; Desfemmes, 2015**).

- Le séchage des champignons est effectué à une température constante de 40 à 45C°, donc pour préserver la couleur et éviter le noircissement et aussi la modification des cellules des tranches de champignon, il est nécessaire d'éviter de travailler à des températures supérieures à 60C° (**Gévry, 2009**).
- Dans le but d'éliminer toutes les bactéries ou insectes qui auraient pu survivre à la fin du séchage, faites sécher de 30 à 60 minutes à une température de 55C° (**Gévry, 2009**).
- Une fois que le séchage est complet, on conserve les champignons dans un emballage fermé hermétiquement (boîte à biscuits, sac zippé, bocal avec couvercle....) pour éviter qu'ils n'absorbent à nouveau l'humidité ambiante (**Desfemmes, 2015**).



Figure 17 : La conservation des champignons par déshydratation (**Iris, 2019**).

Il existe plusieurs méthodes utilisées dans la déshydratation des champignons (**Figure 18**).

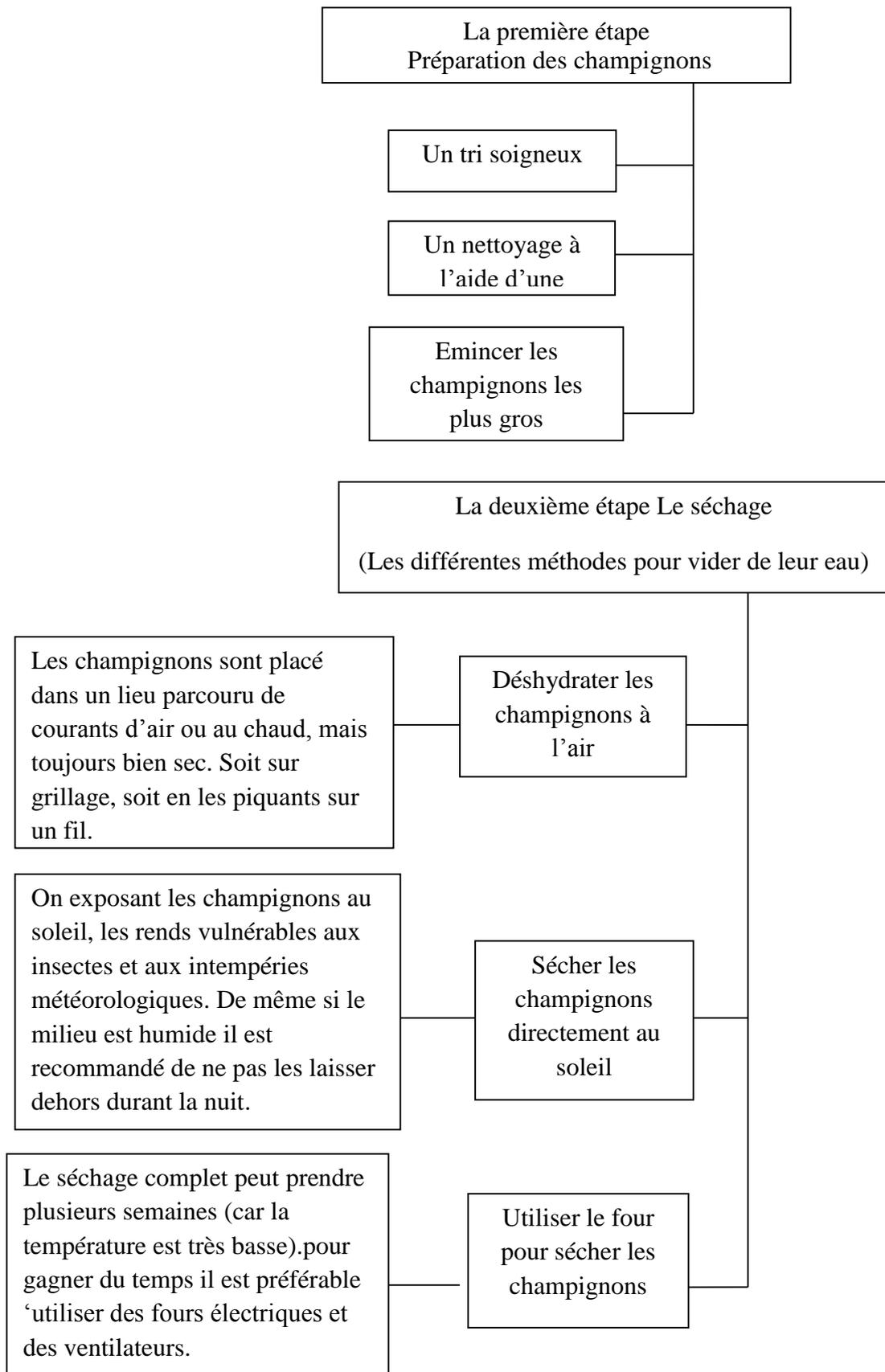


Figure18 : Les étapes et les méthodes utilisées dans la déshydratation des champignons (**Lacombe, 2017; Des femmes, 2015**).

1.3. La Conservation des champignons : congelées (environ 6 mois)

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. Il faudra les plonger dans de l'eau bouillante. On peut signaler qu'il est aussi possible de les congeler crus (cuisez les avant la congélation à la vapeur ou à la poêle). Ensuite, égouttez et laissez les refroidir, à la fin séchez les champignons avec du papier torchant avant de les mettre dans des sachets zippés ou dans des récipients à congélation (**Figure 19**) (Desfemmes, 2015 ; Lacombe, 2017).



Figure 19: La conservation des champignons par la congélation (Lacombe, 2017).

1.4. La conservation des champignons : dans leur jus

C'est une technique simple. Elle est basée sur la conservation des champignons dans leur propre jus (**figure 20**) 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. Faites d'abord, lavez les champignons et coupez les en petits morceaux. Ensuite, égouttez les à condition de ne pas jeter l'eau qui en découle. Mettez les champignons dans des bocaux avec le jus, qui est composé de l'eau salée (10g de sel par litre). Refermez le couvercle, et stérilisez les pendant une heure et demie (Buyck, Polese, 2013 ; Lacombe, 2017).



Figure 20: La conservation des champignons dans leur jus (Buyck, Polese, 2013).

1.5. La conservation des champignons : au vinaigre (6 mois à 1 ans)

Dans ce cas, la conservation dure environ 3 semaines. D'abord plonger les champignons dans l'eau bouillante, égoutter le tout, ensuite mettez-les dans des bocaux. Compléter alors avec l'eau, le vinaigre choisi (alcool, de vin rouge, cidre ou xérès) avec un peu de sel (Lacombe, 2017).

1.6. La conservation des champignons : à l'huile (6 mois à 1 ans)

Après avoir découpé les champignons en morceaux, faites les blanchir dans un mélange composé de vinaigre et de sel, pour environ 10 minutes. Ensuite Égouttez les champignons et déposez-les dans des bocaux préalablement stérilisé, avec quelques grains de poivre, une branche de thym, vous pouvez également être originaux et y ajouter vos épices préférées ou même du vin blanc. Recouvrez le tout d'huile d'olive, ajoutez une cuillère à café de vinaigre et fermez hermétiquement. chauffez préalablement votre huile et stérilisez le tout 20 minutes à 105 C°, Pour assurer une conservation plus longue (Figure 21) (Gévry, 2009).



Figure 21 : La conservation des champignons à l'huile (Iris, 2019).

1.7. La conservation des champignons : plongés dans du sel (6 mois à 1 ans)

- **Sel** : c'est la meilleure méthode pour une préparation idéale des champignons (**Figure24**). Premièrement, il suffit de blanchissez vos champignons, égouttez –les et passez –les sous l'eau froide pour stopper la cuisson .Egouttez bien à nouveau .Dessalez-les avant dégustation en les faisant dégorger dans deux bains d'eau.la consommation est valable 6 mois (**Iris, 2019**).
- **En saumure** : la technique consiste à bouillir 150g de sel par litre d'eau avant d'en recouvrir vos champignons (en laissant les petits entiers et en coupant les autres en morceaux).Petite astuce : versez un bon filet d'huile en surface qui évitera toute pellicule de moisissure avant de fermer hermétiquement (**Iris, 2019**).
- **Au gros sel** : elle est réalisable en deux étapes :
 - Remplissez vos bocaux en alternant sel et champignons. Commencez et finissez par une couche de gros sel pour transformer le liquide en saumure .Enfin, ajoutez une poignée de sel au bout de quelques jours.
 - Conservez à l'abri de la lumière (**Iris, 2019**).



Figure 22: La conservation des champignons dans le sel (Iris, 2019).

Conclusion

Les champignons sont l'un des groupes d'organismes les plus importants sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes. Ce sont des eucaryotes fixes unicellulaires ou multicellulaires, ils sont hétérotrophes. Ils constituent un ensemble très diversifié, allant de 2,5 et 50 millions d'espèce, dont les basidiomycètes sont considérés comme les champignons les plus évolués, les champignons vénéneux ou comestibles sont les plus connus. Depuis des millénaires, ces derniers sont consommés par les hommes pour leurs saveurs que leurs valeurs Economiques et écologiques et aussi leurs propriétés médicinales. Ils sont constituant un aliment d'une valeur non négligeable, varie souvent d'une espèce à une autre.

Le champignon de paris (*Agaricus bisporus*), on les appelle souvent champignons de couche ; est un basidiomycète saprophyte humicole, qui est cultivé sur des composts formés de résidus végétaux divers et de fumiers ou fientes de volailles. C'est le plus nutritif de tous, de plus, c'est le plus connu et le premier champignon comestible cultivé dans le monde .C'est aujourd'hui, et de loin, le champignon le plus consommé du monde. Actuellement, Il fait partie des champignons comestibles que l'on peut produire industriellement. Il représente presque $\frac{3}{4}$ de la production mondiale. Sa culture ou multiplication se déroule en plusieurs étapes, en commençant par le compostage qui est un processus d'humidification contrôlée et par la préparation du blanc fongique jusqu'à la récolte et la cueillette, en passant par : la pasteurisation, le lardage, l'incubation, le gobetage, la post-incubation et enfin la fructification. L'adaptation des conditions culturales (la nature du substrat, les conditions environnementales, la matière première, le choix de la souche, et la technique déterminé...etc) à partir du substrat utilisé pour la culture a permis d'obtenir des fructifications d'*Agaricus bisporus*, puis d'augmenter le rendement et d'optimiser des caractères agronomique d'intérêt. La majorité des champignons se détériorent rapidement après la récolte car ce sont des denrées très périssables et leur valeur peut être considérablement affectée par le flétrissement, la surmaturation, le ramollissement, et le changement de saveur, de texture et de structure. Afin de prolonger leurs durée de vie plusieurs méthodes avec des variations qui dépendent du marché destinataire, des moyens disponibles et de l'infrastructure qui ont été élaborées. Le séchage à l'air, la conservation en saumure, la lyophilisation et la congélation sont les méthodes employées pour la conservation des champignons.

***Référence
bibliographique***

- **Almi, H. Laoufi, O. Boulmareka, A. Oufroukh, A. Kacem chaouch, N. Dehimat, L.** multiplication and production of Oyster mushroom on laboratory scale on different substrates .European journal of physical and agricultural sciences. [en ligne].2017, Vol, 5N°1, 49-54 P. (ISSN2056-5879).disponible sur : <https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2016/12/Full-Paper-MULTIPLICATION-AND-PRODUCTION-OF-OYSTER-MUSHROOM-ON-LABORATORY-SCALE> .PDF consulter le (29/06/2021).
- **Banafsheh, Jalal zadeh moghaddam shahri.** évolution intraspécifique du génome de diversité. [en ligne].thèse de doctorat en biologie végétale. université de Bordeaux, 2014, 105 P. Format PDF .Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01250743/> consulter le (14/05/2021).
- **Blot, Nicolas.Gouillier, Jean-Bernard.** Atlas illustré des champignons. Terres éditions .Espagne : Susaeta Editions, 2019,284P.
- **Bousseboua, H.** éléments de microbiologie ,programme de graduation biologie médecine pharmacie chirurgie dentaire sciences vétérinaires sciences alimentaires agronomie.2éme édition. Algérie : campus club, 2005,304p.
- **Bram van, Nieuwenhuijzen.** Culture à petite échelle de champignons -2Agaricus et Volvariella. [en ligne]. fondation agromisa et CTA. Wageningen, 2007 ,86 P. format PDF. Disponible Sur : https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1423_PDF.pdf consulter le (04/05/2021).
- **Chabasse, D.** (2001).Classification des champignons d'intérêt médical. Ecycl.Med.Chir. Maladies infectieuses, 15P.
- **Chabasse, D. Bouchara, J.P, De gentile, L.** (2002), les moisissures d'intérêt médical. boiforma 160p.
- **Chang, S.T** (1999).World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on lentinuse dodesin china international journal of medicinal mushrooms, 1:291-300P.
- **Clémentine, Desfemmes** .Comment conservé les champignons. [en ligne] (Publié le 30 septembre 2015) .Disponible sur : <https://www.gerbeaud.com/maison-pratique/conservation-champignons,1085> . Consulter le (20/04 /2021).
- **Del Pilar, Ana maria. Rodríguez, Navarro.** Adaptation des températures élevées du champignon de paris *Agaricus bisporus*. [en ligne] thèse de doctorat en Biologie végétale :

Paris : Université de Bordeaux, 2014.142P. Format PDF. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01245543/document> .Consulter le (20/04/2021).

- **Didier Lacombe**. Méthode de conservation des champignons. [en ligne]. (Actualisé le 16/10/2017).Disponible sur : <https://cuisine.toutcomment.com/article/methodes-de-conservation-des-champignons-4606.html> Consulter le (03/06/2021).
- **FAO**. Champignons comestibles sauvages vue d'ensemble sur leurs utilisations et leur importance pour les populations. [en ligne]. édition FAO. Rome, Italie : 2006, 155P. Format PDF. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/pdf/009/y5489f/y5489f00.pdf> consulter le (12/06/2021).
- **Gévery, Marie-France. Simard, Dany. Roy, Guilloume**.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 (13/04/2021).
- **Iris**.8Techniques 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 (03/06/2021).
- **Janotto, Andréas**. Le guide de culture des champignons pour débutant. [en ligne].2020, 16P. Format PDF. Disponible sur : cultiver-leschampignons.com. Consulter le (//).
- **Jean -Pierre, Cointault**. la production de champignons de paris en culture biologique. le monde de technologie. [en ligne].2017, N°177, 112P. (ISSN 1620-865X). disponible sur : WWW.france-intec.asso.fr . consulter le (12/06/2021).
- **Largeteau, Michéle**.la maladie de la mole sèche du champignon de couche *Agaricus bisporus* variabilité du pathogène, *Verticillum 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> .Consulter le (04/04/2021).
- **Laurent, Patrick** .Les champignons de France300 espèces découvrir-identifier-ramasser.éditionSudOuest.France, 2015,189P.
- **Mesfek, Fatima**. étude écologique et tasconomique des champignons forestiers et morphologie des ectomycorhizes du chêne vert dans la wilaya de Rilizan. [en ligne] mémoire de MAGISTER en biotechnologie .Oran : université d'Oran ES-SENIA, 2014, 160 P. disponible sur : <http://theses.univ-oran1.dz/document/TH4216.pdf>. consulter le : (04/05/2021)

- **Oei, Pater.** La culture des champignons. [en ligne] .Gret . paris, 1993 ,318P. Collection «le point sur ». format PDF .disponible sur : <https://www.gret.org/publication/la-culture-des-champignons/> . consulter le (20/06/2021).
- **Oei, Peter.** La culture des champignons à petite échelle : pleurotes, shiitakes .AGRODOG 40. [en ligne] Fondation Agronisa et CTA. Wageningen, 2005,79P. Format PDF. Disponible sur : <https://core.ac.uk/download/pdf/132674848.pdf> .consulter le (04/05/2021).
- **Pardo, A., Juan, J. A. Pardo, J. E.** (2001). The culture of mushroom, *Agaricus bisporus*(Lange) Imbach .Vergel, An. 20, N 34, p. 348-353, 356.
- **Polese, Jean-Marie.Buyck, Bart.** Le petit traité rustica des champignons. Rustica ; Paris : 2013.185P.
- **Ramamonjisoa, Daniel.** Culture et conservation des champignons comestibles de Madagascar. [en ligne]. Thèse de doctorat en : Biotechnologie-Microbiologie. Université D'Antananarivo, 2006,73P-Format PDF. Disponible sur : <http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/baohanta.pdf> . Consulter le (07/04/2021).
- **Raven, P, H .Evert, R, Eichhorn, S, E.** Biologie végétale.2^{ème}édition : Paris. de Boeck, 2005,781P.
- **Raven, P, H .Evert, R, Eichhorn, S, E.** Biologie végétale.3^{ème}édition : Paris .de Boeck, 2014,731P.
- **Rigaux, Samuel.** Les premières étapes d'une culture réussie. [en ligne].France : 2019, 43P. Format PDF. Disponible sur : WWW.Champignonscomestibles.com. Consulter le (20/04/2021).

Résumé

Résumé

Le champignon de paris (*Agaricus bisporus*), est le champignon comestible le plus apprécié et le plus consommé dans le monde .il présente donc un large potentiel industriel.

Dans les temps enceins, en raison de l'échec des tests de multiplication et du coût élevé, son utilisation comme aliment et médicament n'a pas encore été prospéré, de sorte que la production à grande échelle est limitée. Ce qui provoque l'insuffisance en quantité et en qualité du champignon sur le marché.

Ces dernières années la culture de champignon de paris est devenue un sujet de débats et d'échanges entre chercheurs et amateurs du monde, dans le but d'améliorer encore plus les techniques culturales et d'augmenter le rendement de la production.

La maîtrise des techniques de conservation et de multiplication sur différent types de substrat et dans les conditions suivantes : une température comprise entre 19C°, une humidité élevée, ainsi qu'une concentration en CO2 élevé, est un préalable à toute exploitation à grande échelle socio-économique et scientifique.

Mots clés : La multiplication, La conservation, Le champignon de paris (*Agaricus bisporus*)

الملخص

يعتبر فطر باريس (*Agaricus bisporus*) أكثر أنواع الفطر الصالح للأكل شيوعاً واستهلاكاً في العالم، لذلك يتمتع بإمكانات صناعية كبيرة.

في الأيام الأولى، بسبب فشل اختبارات الضرب والتكلفة العالية، لم يزد استخدامه كغذاء ودواء بعد، لذا فإن الإنتاج على نطاق واسع محدود. هذا يتسبب في عدم كفاية كمية ونوعية الفطر في السوق.

في السنوات الأخيرة، أصبحت زراعة عيش الغراب موضوعاً للنقاش والتبادل بين الباحثين والهواة في العالم، بهدف زيادة تحسين تقنيات الزراعة وزيادة غلة الإنتاج.

إن إتقان تقنيات الحفظ والمضاعفة على أنواع مختلفة من الركيزة وفي ظل الظروف التالية: درجة حرارة بين 19 درجة مئوية، ورطوبة عالية، فضلاً عن تركيز عالٍ من ثاني أكسيد الكربون، هو شرط أساسي لأي استغلال اجتماعي واقتصادي علمي واسع النطاق.

الكلمات المفتاحية

Agaricus bisporus-عيش الغراب-الحفظ-الزراعة.

Abstract

The Paris mushroom (*Agaricus bisporus*) is the most popular and most consumed edible mushroom in the world. It therefore has great industrial potential.

In the early days, due to the failure of multiplication tests and the high cost, its use as food and medicine has not yet flourished, so large-scale production is limited. This causes insufficient quantity and quality of the fungus on the market.

In recent years, the cultivation of button mushrooms has become a subject of debate and exchange between researchers and amateurs of the world, with the aim of further improving cultivation techniques and increasing the yield of production.

The mastery of conservation and multiplication techniques on different types of substrate and under the following conditions: a temperature between 19C °, high humidity, as well as a high CO₂ concentration, is a prerequisite for any large-scale socio-economic exploitation. Economic and scientific.

Key words: The button mushroom (*Agaricus bisporus*), the farming, The preserving

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Biotechnologie
Spécialité : Mycologie et biotechnologie des fongique

La multiplication et la conservation de champignons de paris (*Agaricus bisporus*)

Le champignon de paris (*Agaricus bisporus*), est le champignon comestible le plus apprécié et le plus consommé dans le monde .il présente donc un large potentiel industriel.

Dans les temps enceins, en raison de l'échec des tests de multiplication et du coût élevé, son utilisation comme aliment et médicament n'a pas encore été prospéré, de sorte que la production à grande échelle est limitée. Ce qui provoque l'insuffisance en quantité et en qualité du champignon sur le marché.

Ces dernières années la culture de champignon de paris est devenue un sujet de débats et d'échanges entre chercheurs et amateurs du monde, dans le but d'améliorer encore plus les techniques culturales et d'augmenter le rendement de la production.

La maitrise des techniques de conservation et de multiplication sur différent types de substrat et dans les conditions suivantes : une température comprise entre 19C°, une humidité élevée, ainsi qu'une concentration en CO2 élevé, est un préalable à toute exploitation à grande échelle socio-économique et scientifique

Mot clés : La multiplication, La conservation,Le champignon de paris (*Agaricus bisporus*)

Membre du jury :

Président du jury : Abdelaziz Ouided (MCB- UFM Constantine).

Examineurs : Boucherit Zeineb (MAB- UFM Constantine).

Promoteur : Almi Hiba (MCB- UFM Constantine).

Présentée par : NOUAR ISRAA

BECILA SIHEM

Année universitaire : 2020-2021