

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Agronomie

MÉMOIRE DE MASTER

En Sciences Agronomiques

Option : Production Végétale

Thème : Présenté par

MIMOUNI Manel Siham

Effet de la composition du substrat sur la culture des
champignons comestibles du genre *Pleurotus*
(*Pleurotus ostreatus*).

Soutenu le 29 /06/ 2020 devant le jury composé de :

Président :	TEFIANI Choukri.	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur :	BELHOUCINE - GUEZOULI Latifa.	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice :	BARKA Fatiha.	MCB	Université de Tlemcen

2019/2020

Dédicaces

*Je tiens à dédier cet humble travail à nombreuses personnes à qui je dois
beaucoup :*

Mes très chers parents ;

Mon cher frère Nassim ;

Mes chers sœurs Ghizlène et Meriem ;

Mon grand-père maternel et ma grand-mère paternel ;

A mon défunt grand-père paternel et défunte grand-mère maternelle ;

Ma tante paternelle Chahrazed ;

Ma tante maternelle Latifa.

A tous mes cousins et cousines, mes collègues et amies.

Manel

Remerciements

L'écriture de ce mémoire a été, pour moi, un voyage fascinant qui m'a fait découvrir certaines vérités. Ce travail a vu le jour grâce au soutien de nombreuses personnes. Je tiens à les remercier et à leur exprimer ma gratitude et ma reconnaissance.

Je tiens à remercier en premier lieu mon encadreur Madame Latifa BELHOUCINE-GUEZOULI Maitre de conférences « A » au département des Ressources Forestières à l'Université de Tlemcen, pour son soutien, ses conseils, ses encouragements et sa patience, qu'elle trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Je suis très sensible et reconnaissante pour l'honneur que me fait Monsieur Choukri TEFIANI maitre de conférences « A » au département d'Agronomie à l'université de Tlemcen de présider le jury de soutenance.

Je suis particulièrement très honorée par la participation à mon jury, de Mademoiselle Fatiha BARKA, Maitre de conférences « B » au département des Ressources Forestières à l'Université de Tlemcen pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et d'avoir aimablement accepté de l'examiner.

Mes vifs remerciements vont à Monsieur Mohammed BERRICHI responsable du Laboratoire 31 « Gestion conservatoire de l'eau du sol et des forêts et développement durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen » d'avoir accepté de m'accueillir, ainsi que Monsieur Mohammed LAIDOUZI, Ingénieur du laboratoire pour m'avoir assisté lors de la réalisation de la partie expérimentale de mon travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur Norreddine BENYOUB, Chef de département d'Agronomie, Monsieur Abdessalem MANAA, responsable pédagogique et Monsieur Sidi Mohamed Baha Eddine GHEZLAOUI, responsable du Master Production Végétale.

Grand merci à l'ensemble des enseignants de mon cursus universitaire ainsi qu'à tous ceux, qui de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je remercie F.Z (cette personne a refusé de dévoiler son nom car elle a changé d'activité) de m'avoir permis de réaliser la culture des pleurotes dans son local.

A toutes et à tous je vous dis encore une fois merci infiniment

Sommaire

		N DE PAGE
Index des figures		
Index des tableaux		
Sommaire		
Introduction		1
Chapitre I :	Généralités sur les champignons	3
I-1	Caractères généraux	3
	I-1-1 Définitions	3
I-2	-Identification des champignons	5
	I-2-1- Méthodes classiques	5
	I-2-1-1- Caractères macroscopiques	5
	I-2-1-1-1- Chapeau	6
	I-2-1-1-2- Hyménophore	9
	I-2-1-1-3- Pied ou stipe	11
	I-2-1-1-4- Chair	12
	I-2-1-1-5- Voile	12
	I-2-1-1-6- La sporée	13
	I-2-1-2-Caractères organoleptiquess	14
	I-2-1-2-1- Goût et odeur	14
	I-2-1-2-2- Latex	14
	1-2-2 Identification génétique	15
I-3	-Classification des champignons	15
	I-3-1- Zygomycota	16
	I-3-2- Deuteromycota - The Imperfect Fungi	17
	I-3-3- Glomeromycota (champignons mycorhiziens arbusculaires)	18
	I-3-4- Chytridiomycota	18
	I-3-5- Les ascomycètes	19
	1-3-6- Les Basidiomycètes	21
I-4	Mode de vie	24
	I-4-1 Les champignons saprophytes	24
	I-4-2- Les champignons parasites	25
	1-4-3- Les champignons symbiotiques	26
I-5	-Cycle de vie d'un champignon	28
I-6	- Les différents types de champignons selon l'utilisation	29
	I-6-1- Champignons médicinaux	29
	I-6-2- Champignons comestibles	31
	I-6-3- Champignons toxiques	31
Chapitre II :	Les pleurotes	32
II-1	- Généralités sur les Pleurotes	32
II-2	- Pleurotes en forme d'huitre (Pleurotus ostreatus)	33
	II-2-1- Description	34

	II-2-2- La culture de <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
	II-2-2-1- La mise en culture des spores	35
	II-2-2-2- La préparation de l'agent d'inoculation	35
	II-2-2-3- L'inoculation	35
	II-2-3- Paramètres de culture	38
	II-2-4- Valeur nutritionnelle	39
	II-2-5- Les bienfaits des pleurotes en forme d'huitre	40
	II-2-6- Effets secondaires	41
	II-2-7- Espèces voisines	41
II-3	- Autres espèces de pleurotes comestibles	43
Chapitre III :	Matériels et Méthodes	46
III-1	- Le matériel utilisé	46
	III-1-1- Matériels de laboratoire	46
	III-1-2- Matériel biologique	47
III-2	- Méthode de travail	48
	III-2-1- Préparation du mycélium	48
	III-2-1-1- Préparation du milieu de culture PDA (Potato dextrose agar)	48
	III-2-1-2- Production du blanc	48
	III-2-2- Production des spawn de champignon	49
	III-2-2-1- Préparation des substrats de culture	49
	III-2-2-2- Inoculation des substrats	50
	III-2-2-3- Incubation	50
	III-2-3- Production des Pleurotes	52
	III-2-3-1- Préparation du substrat	52
	III-2-3-2- Inoculation	53
	III-2-3-3- Incubation	53
	III-2-3-4- Fructification et cueillette	53
Chapitre IV :	Résultats et Discussion	55
IV-1	VI- 1- Production du blanc	55
IV-2	- Production de spawn de <i>Pleurotus ostreatus</i>	56
	IV-2- 1- A base de céréales	56
	IV-2- 2- A base de sciure de bois	57
IV-3	- Fructification et cueillette	59
IV-4	- Rendement des cultures	61
IV-5	- Caractéristiques des fructifications	63
Conclusion et perspectives		65
Bibliographie		

INTRODUCTION

Introduction Générale

Les champignons sont des espèces hétérotrophes, utilisés à des fins culinaires et médicinales. En effet, le champignon est un aliment qui garnit de plus en plus nos repas. Il a toujours existé dans les forêts et a commencé à être cultivé. Sa culture suscite de plus en plus d'intérêt.

Dans le monde, les 10% des 140 000 champignons qui existent sont réellement connus (Wasser, 2002). Aujourd'hui, leurs bienfaits médicaux et nutritifs ne suscitent aucun doute. Ils ont une grande valeur nutritionnelle, certains d'entre eux remplacent même la viande. On recense près de deux mille (2000) espèces comestibles riches en protéines et en fibres, pauvres en lipides et contenant des vitamines et oligo-éléments spécialement les β -glucanes. On compte aussi, environ sept cent (700) espèces qui présentent de remarquables propriétés pharmaceutiques. (Barros et al., 2007 ; Reis et al., 2012). On lui reconnaît une autre qualité, il favorise la diminution du problème de l'obésité dont se plaignent spécialement les quadragénaires (Manohar et al., 2002).

Le premier genre de champignon à être cultivé est le champignon de Paris, puis l'intérêt de la culture des pleurotes s'est manifesté vu ses hautes qualités gustatives, nutritionnelles et médicinales de même que sa culture est plus facile et présente un bon développement dans des conditions rudimentaires. Les pleurotes de leur vrai nom *Pleurotus* est originaire de deux mots grecs « Pleura » et « otos » dont le sens est «côté » et « oreille ». Cette dénomination lui est attribuée en raison de sa forme qui pousse légèrement décentré par rapport au chapeau.

Les pleurotes sont des champignons alimentaires, classés en 3ème position comme champignon le plus cultivé dans le monde après les espèces du genre *Agaricus* et *Lentinula*.

Le plus grand cultivateur de champignon est la Chine avec un rendement de 64% des champignons dans le monde et 85% de pleurotes (Webmaster : Agriculture durable Afrique, 2019). Suivie en Asie par les deux Corées, le Japon, en Europe les Pays-Bas, la France, en Amérique les États-Unis et en Afrique Cameroun (culture artisanale).

L'Algérie est un pays importateur de champignons et spécialement le champignon de Paris sur toutes ses formes : fraîche, surgelée, ou en conserve. Dans notre pays, la culture des champignons comestibles est récente et pas très répandue. Son développement contribuera à la réduction de l'importation et ainsi participera au développement économique du pays.

Dans notre travail, le champignon dont il est question est le pleurote. En effectuant cette recherche, notre objectif est de cultiver le *Pleurotus ostreatus* sur différents substrats issus de déchets agronomiques et de voir lequel de ces substrats offre une meilleure rentabilité.

Pour ce faire, nous avons divisé notre travail en quatre chapitres. Les deux premiers sont consacrés à une synthèse bibliographique dans laquelle nous donnerons en premier lieu les informations essentielles sur les champignons en générale puis une synthèse bibliographique sur le genre *Pleurotus* et spécialement sur l'espèce *Pleurotus ostreatus*, objet de notre travail. Il sera question de sa morphologie, de son habitat, sa classification, ses différentes utilisations traditionnelles, et sa capacité anticancéreuse.

Dans le troisième chapitre, nous évoquerons le matériel et les méthodes utilisés pour la production des pleurotes et des semences à partir des tissus de champignons.

Pour ce qui est du quatrième chapitre, il sera consacré aux résultats obtenus et à leurs interprétations.

Nous clôturerons notre travail par une conclusion et des perspectives. Par le biais de cette recherche, nous ne prétendons pas innover en la matière mais, nous désirons apporter une petite contribution à la question, dans l'espoir d'ouvrir des portes à d'autres recherches dans le domaine de la culture des champignons.

Chapitre 1

Généralités sur les

champignons

Chapitre I : Généralités sur les champignons

I.1. Caractères généraux

I-1-1- Définitions

Les champignons sont des organismes exempts de chlorophylle et ne peuvent donc pas réaliser la photosynthèse. Ils poussent généralement dans des endroits frais et humides. On les trouve surtout dans les pâturages et dans les forêts. Au niveau commercial, ils sont cultivés dans des grottes, à l'intérieur sur des étagères remplies de matériel végétal et dans des serres où la température moyenne est fraîche (Sulman et *al.*, 2011)

Le champignon appartient au règne des Fungi, un groupe qui se distingue nettement des végétaux. Le champignon n'a pas la même capacité que les végétaux d'utiliser directement l'énergie solaire grâce à la chlorophylle. Pour son alimentation, il dépend d'autres organismes. Il profite des matières nutritives du matériau organique dans lequel il vit. Ainsi, l'organisme vivant du champignon n'est pas la fructification qu'on voit au-dessus du sol mais le mycélium qui se trouve en grande partie enfouie sous le sol, à l'intérieur des plantes ou du bois (Oei, 2005).

Narayanasamy et *al.* (2008) ont défini le champignon comme étant une culture horticole de haute valeur en protéines, fibres, vitamines et minéraux. D'après Chang et Miles (1992), un champignon est défini comme « un macrofungus » avec un corps fructifère distinctif qui peut être soit épigé soit hypogé. Les macro-champignons ont des fructifications suffisamment grandes pour être vues à l'œil nu et être ramassées à la main. Dans un sens étroit, le mot champignon ne se réfère également qu'au corps fruitier.

Les champignons étaient auparavant classés dans le Kingdom Plantae, mais ils appartiennent maintenant au Kingdom Fungi, en raison des caractéristiques fongiques uniques qui tracent une ligne claire à partir des animaux ou des plantes. Contrairement aux plantes vertes, les champignons sont des hétérotrophes. N'ayant pas de chlorophylle, ils ne peuvent pas générer de nutriments par photosynthèse, mais prennent des nutriments de sources externes. La plupart des espèces de champignons se trouvent sous les deux phylums : Basidiomycètes et Ascomycètes.

Les champignons peuvent, selon la définition donnée par Chang et Miles en 1992, être grossièrement divisés en quatre catégories :

- Ceux qui sont **charnus et comestibles** entrent dans la catégorie des champignons comestibles, tel *Agaricus bisporus* ;

- Les champignons qui sont considérés comme ayant des applications médicinales sont appelés **champignons médicinaux**, comme *Ganoderma lucidum* (Cur.:Fr.) Karst. ;

- Ceux qui se sont avérés ou suspectés d'être toxiques sont appelés **champignons toxiques**, tel *Amanita phalloïdes* (Vaill.: Fr.) Secr. ;

- Une catégorie diverse qui comprend un grand nombre de champignons dont les propriétés restent moins bien définies et peuvent être regroupées à titre provisoire comme « **Autres champignons** ».

-Les champignons forment un groupe distinct d'organismes plus étroitement liés aux animaux qu'aux plantes. Actuellement, les champignons sont divisés en trois royaumes séparés et distincts basés sur une connaissance accrue de leur biochimie et de leur constitution génétique, établie au cours des 30 dernières années. Il est faux et trompeur de qualifier les champignons de "plantes sans chlorophylle (FAO, 1998a).

-La définition actuelle du règne fongique qualifie les champignons comme étant ni végétaux ni animaux. Ils forment un règne à part entière (FAO, 1998a). Ils doivent présenter les caractères suivants :

- **Eucaryotes** avec un ou plusieurs noyaux bien individualisés dans les cellules ;
- **Hétérotrophes** vis-à-vis du carbone (matières organiques) car pas de pigments assimilateurs ; par manque de chlorophylle, ils sont incapables d'assurer la photosynthèse ;
- **Absorbotrophes**, par opposition aux animaux qui pratiquent l'ingestion, et aux végétaux qui pratiquent l'assimilation : sorte de digestion extracellulaire suivie de l'absorption des nutriments ;
- **Thallophytes** : appareil végétatif ramifié, diffus et tubulaire car constitué de filaments (Thalle).
- **Cryptogames** : reproduction par des spores ;
- **Spores** non flagellées ou exceptionnellement uni flagellées, jamais biflagellés ;
- **Paroi cellulaire** chitineuse et non cellulosique.

I-2-Identification des champignons

L'identification d'un champignon n'est pas une démarche aisée, elle nécessite des connaissances en Mycologie et des caractéristiques essentielles de chaque groupe de champignon. Le champignon comprend la partie végétative « mycélium » et la partie reproductrice « sporophore ». Le mycélium constitue la partie invisible se trouvant dans le sol et humus ou associé à des racines fines des plantes s'il est mycorhizien, par contre le sporophore est érigé donc visible à l'oeil nu sur le sol (Fig.1). Certains champignons sont hypogés comme les truffes, et se reproduisent par libération des milliards de spores (Gévry et *al.*, 2009 ; Gévry, 2008, 2010 et 2011).



a- Structure général du champignon (web1) b- Mycélium sur le bois (web2)

Figure 1 : Structure du champignon

L'identification des champignons se base sur deux types de méthodes :

I-2-1- Méthodes classiques

L'approche classique de l'identification des champignons est basée sur les caractères macroscopiques, microscopiques et organoleptiques des sporophores.

I-2-1-1- Caractères macroscopiques

Pour étudier les caractères macroscopiques du champignon (Fig. 2), on décrit les composantes suivantes :

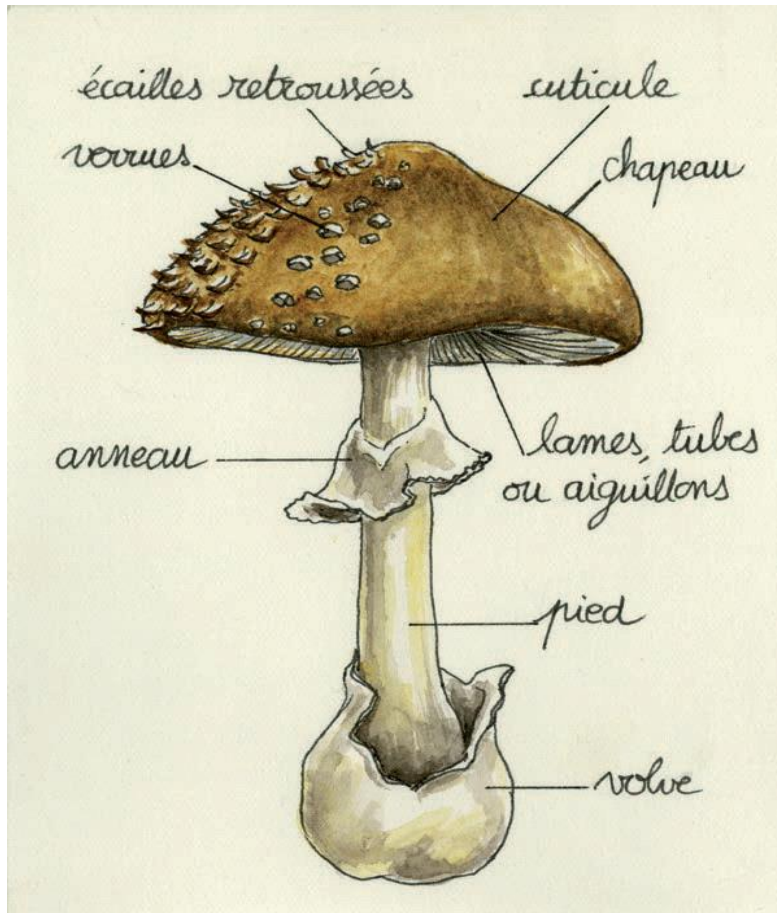


Figure 2 : Les différentes parties d'un champignon (Balzeau et Joly, 2014)

I-2-1-1-1- Chapeau

Le chapeau est une structure très variable dont la forme (convexe, conique, ombiliqué...) (Fig. 3), le diamètre, la hauteur, la topographie de la surface, la couleur (et ses changements éventuels), le revêtement (écailleux, granuleux, fibrilleux...) (Fig. 4), ainsi que sa séparabilité, son élasticité, sa viscosité et la marge (Fig. 5) sont importants. Les caractéristiques de la chair du chapeau doivent aussi être pris en considération (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry et *al.*, 2009 ; Bâ et *al.*, 2011 ; EyiNdong et *al.*, 2011).

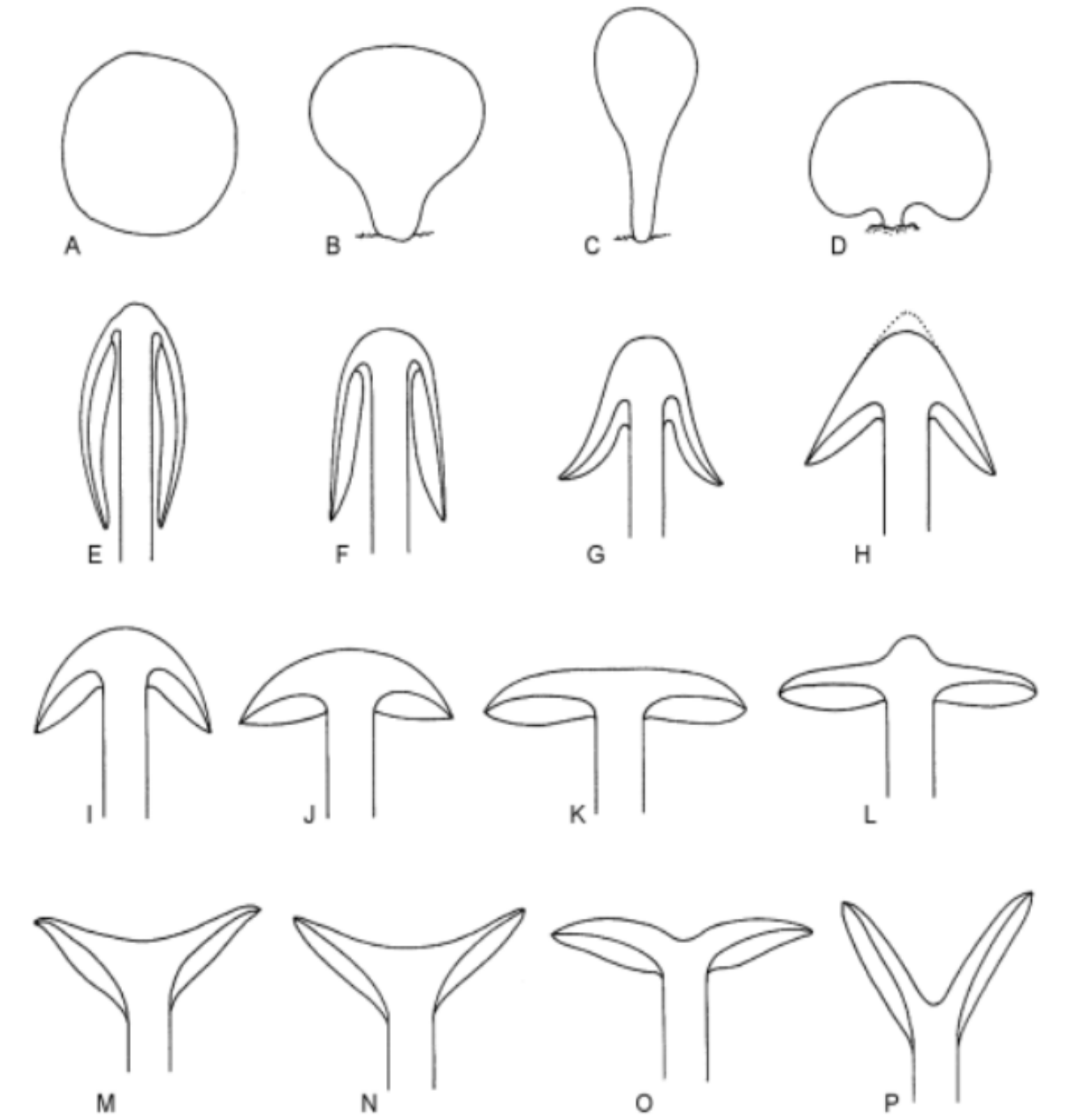


Figure 3 : Forme du chapeau.

A. Circulaire ; B. Flabelliforme ; C. Spatuliforme ; D. Réniforme ; E. Subglobuleux ; F. Parabolique ; G. Campanulé ; H. Conique ; I. Hémisphérique ; J. Convexe ; K. Plan ; L. Umboné ; M. Déprimé ; N. Concave ; O. Ombiliqué ; P. Infundibuliforme (Samyn et *al.*, 2008).

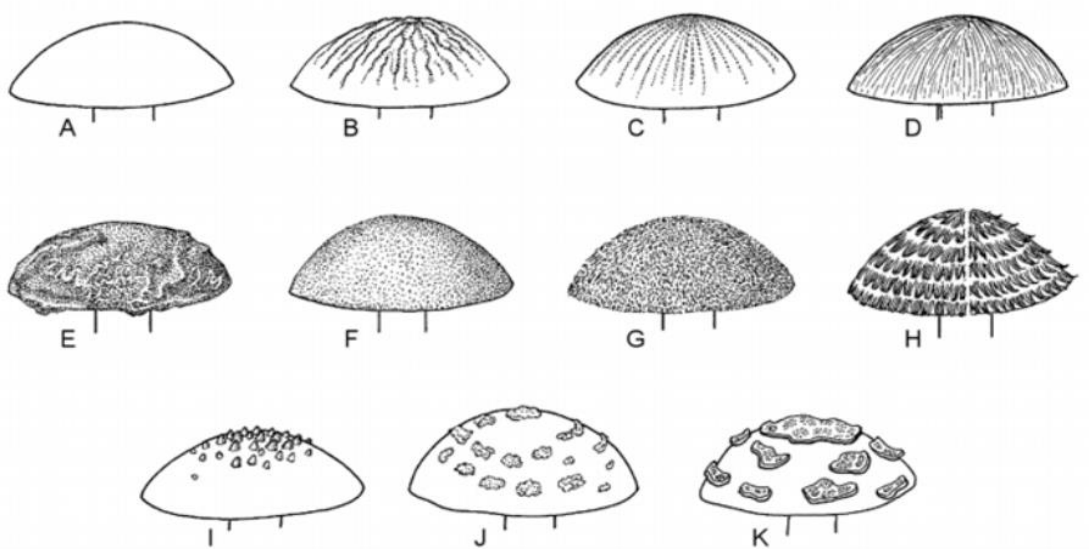


Figure 4. Revêtement et topographie du chapeau.

A. Uniforme ; B. Veiné ; C. Rimeux ; D. Fibrilleux ; E. Mucilagineux ; F. Velouté ; G. Hérissé ; H. Squamuleux; I, J. Floconneux; K. Ecailleux (Samyn et *al.*, 2008)

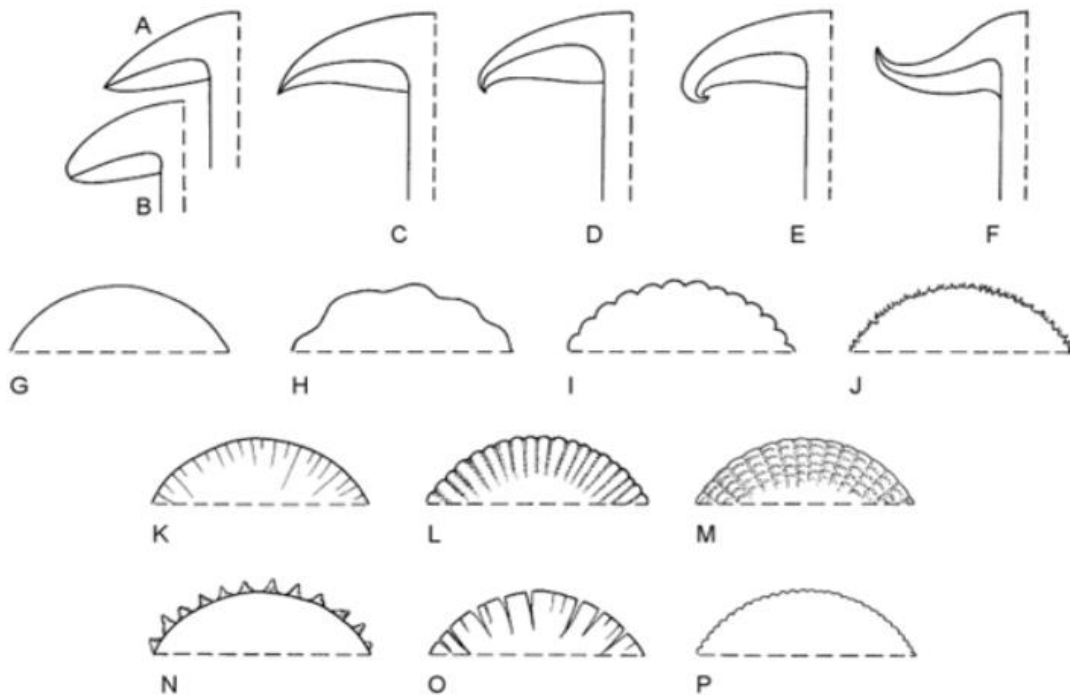


Figure 5 : Marge du chapeau.

A. Droit aigu ; B. Droit obtus ; C. Infléchi ; D. Incurvé ; E. Enroulé ; F. Révoluté ; G. Uniforme ; H. Ondulé ; I. Lobé ; J. Serrulé ; K. Strié ; L. Crénelé ; M. Pectiné ; N. Appendiculé ; O. Fissuré ; P. Crénelé (Samyn et *al.*, 2008)

I-2-1-1-2- Hyménophore : la partie fertile du champignon où se trouvent les spores, elle peut présenter des lames, des pores ou des aiguillons (Fig. 6). Ainsi on distingue :

- **Les champignons à lames**, portant des lamelles qui vont du pied à la marge du chapeau, les lamellules intermédiaires sont plus courtes et n'atteignent pas le pied (Fig. 7). La forme et le profil des lamelles, leur densité, leur épaisseur, ainsi que la présence de veines, de bifurcations ou d'anastomoses sont très importants dans l'identification (Fig. 8). L'organisation des lamelles, leur nombre, leur séparabilité du reste du chapeau, leur type d'insertion au pied (Fig. 9) et leur couleur sont aussi importants. La forme de la marge des lames (l'arête) peut être floculée, dentée, ondulée et différemment colorée (Fig. 10), son intégrité, sa couleur et éventuellement les changements de couleur au froissement ou à la dessiccation sont aussi notés (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry *et al.*, 2009 ; Bâ *et al.*, 2011 ; EyiNdong *et al.*, 2011).

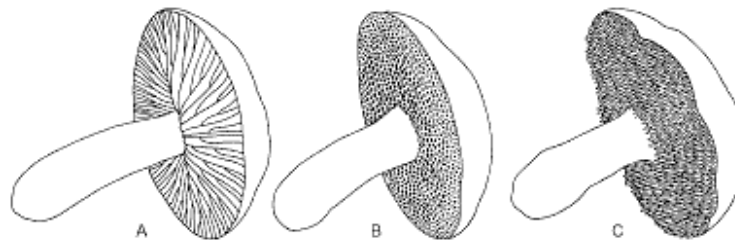


Figure 6 : Type d'hyménophore.

A. Lamellé ; B. Tubulé ; C. Aiguillonné (Samyn *et al.*, 2008)

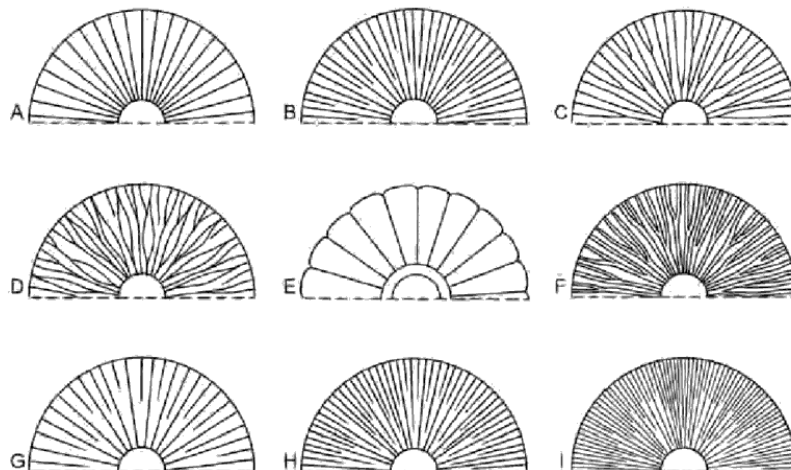


Figure 7 : Organisation d'un hyménophore lamellé.

A. Lamelles simples ; B. Lamelles inégales (lamelles et lamellules) ; C. Lamelles fourchues ; D. Lamelles anastomosées ; E. Lamelles collariées; F. Plis (Cantharellus); G. Lamelles espacées; H. Lamelles serrées; I. Lamelles très serrées (Samyn *et al.*, 2008).

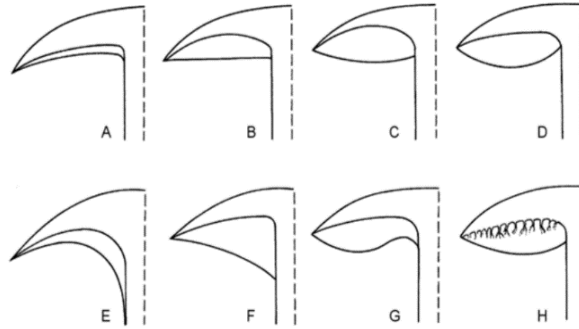


Figure 8 : Profil des lamelles.

A. Etroit ; B. Horizontal ; C. Subventru; D. Ventru; E. Arqué; F. Triangulaire; G. Sinué; H. Veiné (Samyn et *al.*, 2008)

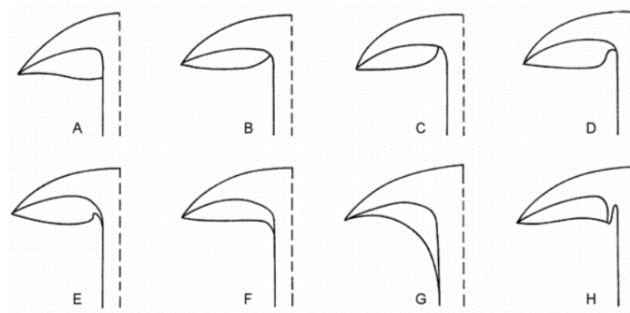


Figure 9 : Insertion des lamelles.

A. Adné; B. Sublibre; C. Libre; D. Emarginé; E. Emarginé et décurrent par une dent; F. Adné et décurrent par une dent; G. Décurrent; H. Collarié (Samyn et *al.*, 2008)

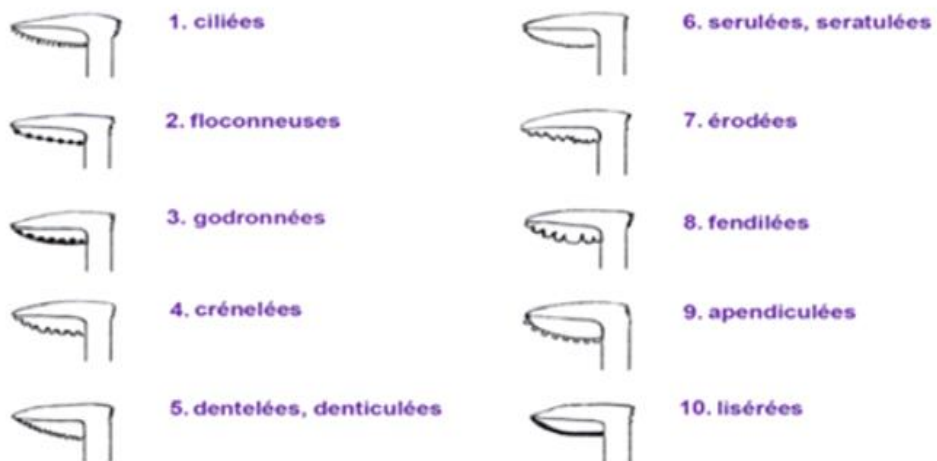


Figure 10 : Arête des lamelles (Labré et Therrien, 2009)

- **Les champignons à aiguillons à pores**, la densité des pores, leur forme, la couleur de la face des tubes ; l'insertion vue en coupe ainsi que le changement de la couleur au froissement ou à la dessiccation (Fig. 11).

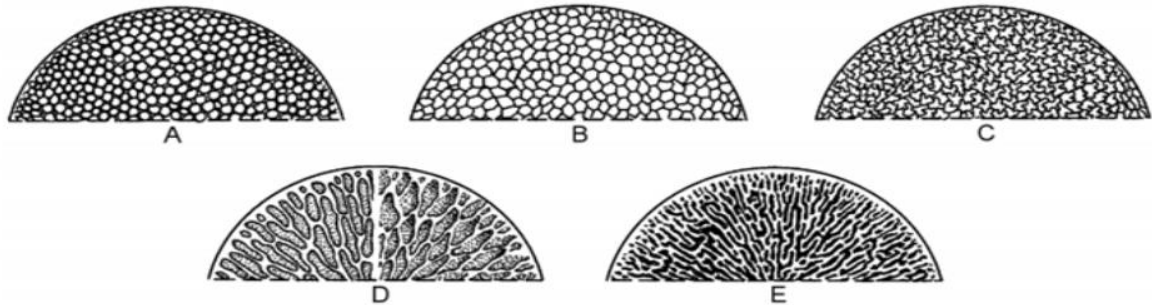


Figure 11 : Organisation d'un hyménophore tubulé.

A. Pores ronds ; B. Pores anguleux ; C. Pores irréguliers ; D. Pores anguleux allongés ; E. Pores labyrinthiformes (Samyn *et al.*, 2008).

I-2-1-1-3- Pied ou stipe : La forme, la couleur, la longueur, le diamètre (à la base, au milieu et au sommet si sa forme est variable), la consistance, la présence d'anneau et son emplacement, la présence d'éléments détersiles provenant du voile général ou du voile partiel, le mode d'attachement au chapeau, la structure interne et le revêtement (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry *et al.*, 2009 ; Bâ *et al.*, 2011 ; EyiNdong *et al.*, 2011) (Fig.12).

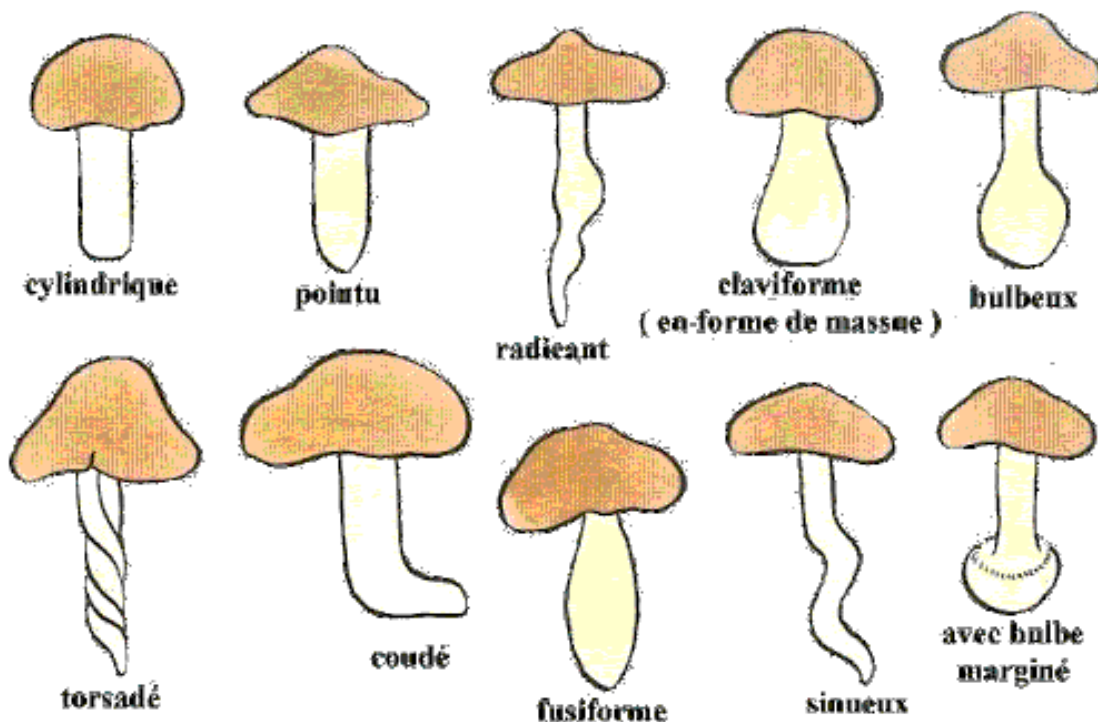


Figure 12 : Les différentes formes de pieds des champignons (web 3)

I-2-1-1-4- Chair : La couleur, la consistance et la texture sont pris en considération (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry *et al.*, 2009 ; Bâ ; *et al.*, 2011 ; EyiNdong *et al.*, 2011).

I-2-1-1-5- Voile

A l'état jeune, certains sporophores sont entièrement enveloppés d'un tissu différencié appelé voile universel et dont il ne subsiste à maturité que des fragments sur le chapeau et à la base du pied (Fig. 13).

Le stipe de certains champignons présente parfois, à mi-hauteur ou un peu plus haut, un anneau ou des structures fibreuses. Ces structures sont les restes déchirés d'un tissu, appelé voile partiel qui, chez le jeune sporophore, reliait le pied à la marge du chapeau (Fig. 14).

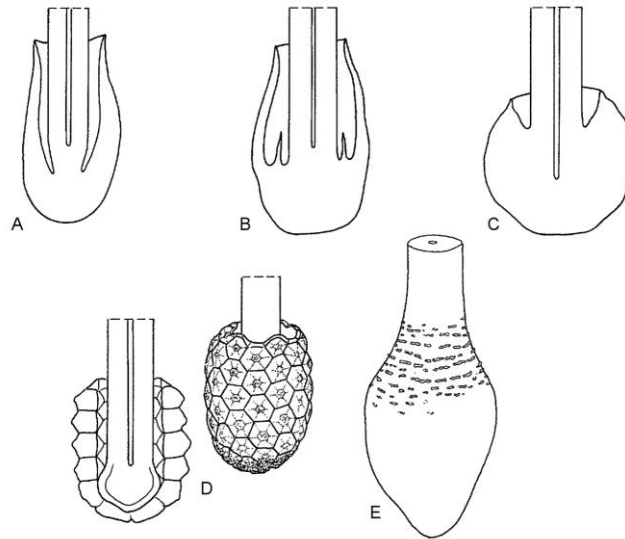


Figure 13. Restes du voile universel à la base du pied.

A. Volve en sac ; B. Volve en sac à limbus internis; C. Volve circumsessile; D. Volve strobilacée; E. Volve floconneuse. (Samyn *et al.*, 2008)

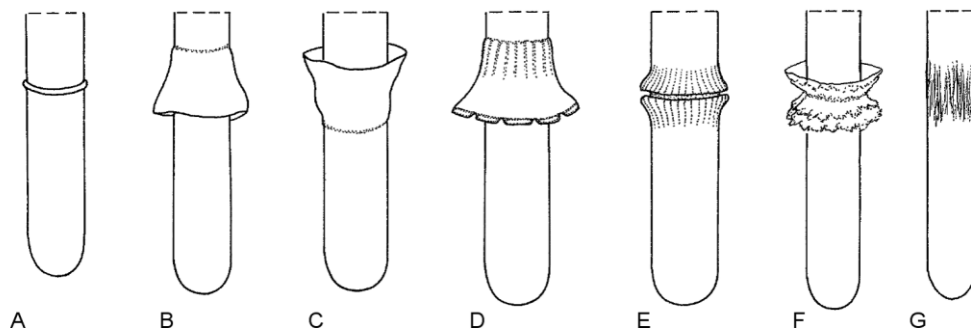


Figure 14 : Restes du voile partiel.

A. Anneau membraneux ; B. Anneau simple d'origine supérieure ; C. Anneau simple d'origine infère ; D. Anneau simple en roue dentée ; E. Anneau double ; F. Anneau mobile ; G. Cortine (Samyn *et al.*, 2008).

I-2-1-1-6- La sporée

La couleur des spores constitue un des caractères les plus importants pour l'identification des Basidiomycètes. Sans sa connaissance, la détermination de l'espèce peut devenir problématique pour certains taxons. La couleur des spores est généralement déterminée en réalisant une sporée. Cependant, si le sporophore collecté a atteint sa maturité, les spores peuvent aussi être observées en masse sur le haut du stipe (Samyn et *al.*, 2008).

La technique classique (Fig. 15) consiste à couper le pied du spécimen frais et à placer le chapeau, hyménium dirigé vers le bas, sur un papier blanc. Il est recommandé de couvrir le chapeau avec un verre afin d'éviter sa dessiccation et y maintenir une atmosphère confinée humide. Quelques heures sont nécessaires pour que l'hyménium libère suffisamment de spores et qu'on puisse juger de leur couleur en masse. L'expérience a montré que cette technique doit être appliquée dans un délai très court après la récolte au risque de ne pas donner entière satisfaction (Samyn et *al.*, 2008).

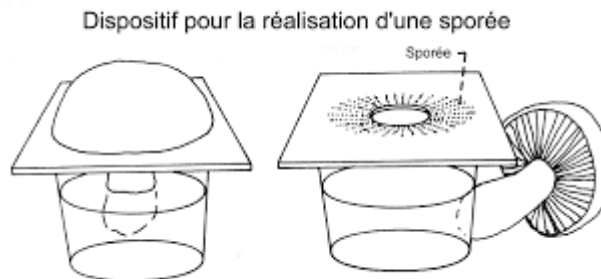


Figure 15 : La technique classique de réalisation d'une sporée (web 4)

I-2-1-2-Caractères organoleptiques

I-2-1-2-1- Goût et odeur

Les goûts et les odeurs sont difficiles à catégoriser mais, contrairement aux couleurs, ne peuvent être codifiés. L'appréciation de plusieurs personnes aboutit souvent à un consensus. Le goût peut être neutre, doux à âcre, piquant, acide, fongique, terreux, de farine (Samyn et *al.*, 2008).

Le goût en bouche peut changer avec le temps (par exemple, neutre puis amer).

Les odeurs sont parfois très prononcées, de fongique à fruitée, nauséabonde, fétide, rance, spermatique, farineuse, de noix de coco, ...

I-2-1-2-2-Latex

Au froissement ou à la coupe, certains champignons (essentiellement les *Lactarius*) laissent s'écouler un latex (Fig. 16). La couleur, le goût, la viscosité et l'abondance de ce latex sont des caractères diagnostiques importants.

Il peut être selon Heffner (2019) :

Blanc pour les Lactaire poivré, Lactaire velouté, Lactaire renversé, Lactaire odorant, Lactaire à lait abondant, Lactaire roux, Lactaire à lait brûlant, Lactaire plombé, Lactaire toisonné.

Gris pour le Lactaire muqueux, Lactaire vieillot.

Orange ou rouge pour le Lactaire délicieux, Lactaire sanguin, Lactaire saumon, Lactaire semi-sanguin, Lactaire des pins, etc. C'est parmi ces Lactaires à lait orange ou rouge qu'on trouve les meilleurs comestibles.



Lactaire délicieux

Lactaire indigo

Figure 16 : Le Lactaire Délicieux à latex orange et le Lactaire indigo à latex bleu (Heffner, 2019)

I-2-1-3-3- Caractères microscopiques

La détermination microscopique des champignons porte sur le diamètre des spores (longueur et largeur), forme, couleur et ornementation. D'autres observations microscopiques sont effectuées sur la chair, le stipe et l'hyménium (Romagnesi, 1995 ; EyiNdong et *al.*, 2011).

1-2-2 Identification génétique

De nombreuses études ont visé à développer des méthodes outils d'identification reposant sur l'étude des acides nucléiques (ADN et ARN) qui ne nécessitent plus obligatoirement un examen morphologique (Hinrikson et *al.*, 2005 ; Feuilhade de Chauvin, 2005 ; Jin et *al.*, 2004).

Les méthodes les plus intéressantes sont basées sur l'amplification par PCR (Polymerase Chain Reaction) de certaines régions spécifiques comme le gène codant pour la sous-unité 28S ribosomale (région D1-D2) et des régions ITS1 et ITS2 (Hinrikson et *al.*, 2005).

L'identification moléculaire d'espèces fongiques est, à l'heure actuelle, surtout appliquée en mycologie médicale pour différencier les espèces d'intérêt. En effet, les infections fongiques envahissantes sont de plus en plus identifiées comme cause primaire de morbidité et de mortalité, particulièrement chez les immuno-déficients (Aguire, et *al.*, 2004).

Cette méthode est aussi utilisée pour différencier et identifier les moisissures responsables de l'altération des aliments, principalement les espèces de *Penicillium* (Boysen et *al.*, 2000 ; Hageskal et *al.*, 2006), par contre pour les *Fusarium* les méthodes moléculaires existantes donnent des résultats fréquemment peu concluants et l'examen morphologique classique semble encore une méthode indispensable à l'identification des espèces appartenant à ce genre fongique (Healy et *al.*, 2005).

Si à l'heure actuelle les outils de d'identification moléculaire ne semblent pas en mesure de remplacer l'identification morphologique classique, il est probable que dans les années à venir, ces méthodes représenteront des outils particulièrement utiles pour la détection et l'identification fongique dans les aliments (Tabuc, 2007).

I.3- Classification des champignons

Le tableau 1 donne la classification des champignons.

Tableau 1 : Classification des champignons

Place dans l'échelle hiérarchique	Radical de terminaison
Division	-MYCOTA
Sous-division	-MYCOTINA
Classe	-MYCETES
Sous-classe	-MYCETIDEAE
Ordre	-ALES
Sous-ordre	-INEAE
Famille	-ACEAE
Sous-famille	-OIDEAE
Tribu	-EAE

Plusieurs phylums composent le règne des champignons :

I-3-1- Zygomycota est peut-être l'un des plus divers et le moins étudié des phylums fongiques, et comme actuellement classé, semble être polyphylétique. Zygomycota est l'une des quatre divisions des Champignons acceptés par Barr (1992) et composés de Trichomycètes et zygomycètes. Les Zygomycètes sont des saprobes ou des parasites historiques non pathogènes d'animaux, de plantes ou de champignons. Les trichomycètes sont symbiotes dans l'intestin, ou moins souvent autour de la région anale, des arthropodes, y compris les insectes et leurs larves : ils s'attachent à l'hôte via un cellulaire ou maintien non cellulaire (Lichtwardt, 1986).

Le Zygomycota comprend les champignons hétérotrophes qui se reproduisent sexuellement, lorsqu'ils sont connus, par la formation de zygospores. La reproduction asexuée se fait généralement via des aplanospores (sporangiospores, trichospores, conidies, cellules de levure, arthrospores, chlamydozoozoides). Bien qu'amiboïdes, les spores sont formées par des membres des Amoebias (Trichomycètes) (maintenant considéré comme un protozoaire.). L'utilisation des nutriments se fait par absorption. La paroi cellulaire est composée de chitosane (Mucorales) ou chitine (autres ordres pour autant que connu). Zygomycota (zygomycetes) : le Zygomycota est divisé en neuf ordres : Asellariales, Dimargaritales, Endogonales, Entomophthorales, Harpellales, Kickxellales, Mortierellales, Mucorales et Zoopagales. Les clades définis par cette classification ordinaire correspondent en grande partie avec niche et habitat, ainsi que le mode asexué et la reproduction sexuée (White et al., 2006). De nombreuses espèces sont saprophytes dans le sol et les excréments (Mucorales, Mortierellales et Kickxellales). Certains (Mucorales) sont extrêmement rapides de plus en plus dans la culture d'agar tandis que d'autres (Zoopagales et Entomophthorales) peut être à croissance plus lente reflétant leur stratégie parasitaire sur divers petits animaux, y compris les insectes, les rotifères ou même les amibes. Membres de Zoopagales, Dimargaritales et Mucorales peuvent être parasites sur d'autres champignons (y compris les champignons, comme ainsi que d'autres zygomycètes). Les Trichomycètes (Harpellales et Asellariales) se sont spécialisés dans les arthropodes fixation murale intestinale. (White et al., 2006).

I-3-2- Deuteromycota - The Imperfect Fungi

Les champignons imparfaits sont ceux qui ne présentent pas de phase sexuelle. Ils appartiennent aux Deuteromycota. C'est un groupe polyphylétique où de nombreuses espèces sont plus étroitement apparentées aux organismes d'autres groupes ; par conséquent, il ne peut pas être considéré comme un véritable phylum. Puisqu'ils ne possèdent pas les structures sexuelles

utilisées pour classer les autres champignons, ils sont moins bien décrits par rapport aux autres divisions. La plupart des membres vivent sur terre, à quelques exceptions aquatiques près. Ils forment des mycéliums visibles avec un aspect flou et sont communément appelés moisissures. L'analyse moléculaire montre que le groupe le plus proche des deutéromycètes est celui des ascomycètes. En fait, certaines espèces, comme *Aspergillus*, qui étaient autrefois classées comme champignons imparfaits, sont maintenant classées comme ascomycètes (web5).

La reproduction de Deuteromycota est strictement asexuée, se produisant principalement par la production de conidiospores asexuées. Certains hyphes peuvent se recombinaison et former des hyphes hétérocaryotes. La recombinaison génétique est connue pour avoir lieu entre les différents noyaux.

Les champignons imparfaits ont un impact important sur la vie humaine quotidienne. L'industrie alimentaire compte sur eux pour affiner certains fromages. Les veines bleues du fromage de Roquefort et la croûte blanche du camembert sont le résultat de la croissance fongique. L'antibiotique 'pénicilline' a été découvert à l'origine sur une boîte de Petri envahie par la végétation sur laquelle une colonie de champignons *Penicillium* a tué la croissance bactérienne qui l'entoure. De nombreux champignons imparfaits provoquent des maladies graves, soit directement en tant que parasites (qui infectent à la fois les plantes et les humains), soit en tant que producteurs de composés toxiques puissants, comme le montrent les aflatoxines libérées par les champignons du genre *Aspergillus* (Web 5).

I-3-3- Glomeromycota (champignons mycorhiziens arbusculaires)

La division des Gloméromycota a été largement influencée par la morphologie jusqu'à la fin du dernier millénaire. Tous les champignons gloméromycotiens, sauf un genre, sont connus pour former des mycorhizes arbusculaires (Oehl et al., 2011). Leur identification était basée sur la morphologie des spores, la formation de spores et la structure de la paroi des spores

Tous les champignons mycorhizes arbusculaires (AM) sont, pour autant que l'on sache, organismes symbiotiques, asexués. Pour les espèces avec biologie connue, ces champignons obtiennent leurs nutriments organiques par une symbiose obligatoire avec les plantes vasculaires, le mycorhize arbusculaire (AM) (Schuüler et al., 2001).

Aujourd'hui, il y a trois classes (Archaeosporomycetes, Glomeromycetes et Paraglomeromycetes), cinq ordres (Archaeosporales, Diversisporales, Gigasporales,

Glomerales et Paraglomerales), 14 familles, 29 genres et environ 230 espèces (Oehl et *al.*, 2011).

I-3-4- Chytridiomycota

Chytridiomycota est une division de champignons qui se reproduit par la production de spores mobiles (zoospores), généralement propulsées par un seul flagelle dirigé vers l'arrière. Ces organismes, souvent appelés champignons chytrides ou chytrides, ont une distribution avec environ 1 000 espèces décrites. Sa classification est basée sur des caractéristiques biochimiques, y compris la chitine dans les parois cellulaires, l'acide l-aminoadipique lysine voie synthétique et stockage des glucides glycogène. Bartnicki-Garcia (1970), a classé les Chytridiomycota comme de véritables champignons.

D'autres considéraient les chytrides comme un groupe de transition entre les protistes et les champignons en raison de leur production de zoospores mobiles (Barr, 1990). Des études phylogénétiques avec des gènes d'ARN ribosomique ont unifié ces vues et de manière concluante a démontré que les chytrides étaient de vrais champignons qui occupaient une position basale dans l'arbre fongique (Forster et *al.*, 1990).

Les chytrides sont essentiellement omniprésentes, au niveau des habitats divers et uniques des tropiques aux régions arctiques (Powell, 1993). Ils se trouvent dans les systèmes aquatiques tels que les ruisseaux, les étangs et les estuaires et les écosystèmes marins principalement comme parasites des algues et les composants du plancton. Peut-être que la majorité des espèces chytrides se trouvent dans les habitats terrestres (Barr, 2001) tels que les sols forestiers, agricoles et désertiques, et tourbières acides comme saprotrophes de substrats réfractaires y compris le pollen, la chitine, la kératine et la cellulose. Dans le sol les chytrides sont des parasites obligatoires d'une grande variété de plantes vasculaires, y compris les pommes de terre (*Synchytrium*) et curcubits (*Olpidium*). Le seul chytride connu, le parasite des vertébrés est *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore et *al.*, 1999), considéré comme l'agent de mortalité et de déclin des populations d'espèces d'amphibiens (Berger et *al.*, 1998). Dans la plupart des habitats, quelques-uns des espèces chytrides sont relativement fréquentes et abondantes (c'est-à-dire *Chytrium hyalinus* en eau douce et *Rhizophlyctis rosea* dans les sols agricoles et perturbés),

La caractéristique morphologique la plus importante du corps chytride, ou thalle, est le sporange. Le sporange est une structure en forme de sac dans laquelle les divisions internes du protoplasme entraînent la production de zoospores. Ces zoospores productrices de sporanges

(zoosporanges) sont à parois minces alors que les spores au repos sont des structures à parois épaisses qui peuvent germer pour produire un sporange après une période de dormance. Les zoosporanges sont toujours produits asexuellement, mais les spores au repos peuvent être formées sexuellement ou asexuellement.

Le Chytridiomycota est divisé en cinq ordres basés principalement sur le mode de reproduction et ultrastructure de la zoospore. Trois groupes peuvent être distingués en grande partie sur la base du cycle de vie et morphologie brute : les Monoblepharidales oogames ; les Blastocladales présentant une méiose sporique et l'alternance des générations sporophytiques et gamétophytiques ; et les Chytridiales, un groupe caractérisé par méiose zygotique. Un quatrième ordre, Spizellomycetales, a été séparé des Chytridiales sur la base de l'état du caractère ultra structural distinctif (Barr, 1980), et un cinquième ordre, Neocallimastigales, se produit exclusivement comme symbiotes anaérobies du rumen.

Chytridiales est la plus importante des ordres (plus de 75 genres) et la classification de ce groupe s'est basée sur diverses approches en utilisant des caractères développementaux, sporanges et plus récemment ultra structuraux.

I-3-5- Les ascomycètes

Ils regroupent 45 000 espèces dont $\approx 75\%$ des champignons sont connus (Hawksworth, 1991 et 2001 ; Hibbett *et al.*, 2007). Ils constituent la quasi-totalité des champignons capables de former des associations lichéniques.

Cette division comprend de nombreuses espèces microscopiques (**Micromycètes**) parmi lesquels on trouve les Levures, les *Penicillium* et les *Aspergillus*, l'Ergot du seigle et également quelques "gros" champignons (**Macromycètes**). Parmi ces derniers, on peut citer les Truffes et les Morilles c'est-à-dire des espèces très différentes par leur forme, leur taille et leur mode de vie.

L'intérêt pratique des Ascomycètes est à la mesure de leur nombre. Ce sont des espèces très importantes aux intérêts multiples :

a. Intérêts pharmaceutiques

De nombreuses espèces sont utilisées pour la fabrication d'antibiotiques (*Penicillium*) ou de médicaments (*Claviceps purpurea* = Ergot de Seigle, à l'origine de nombreux médicaments

utilisés dans le traitement des accidents vasculaires cérébraux). Les Levures sont utilisées comme agents de fermentation.

b. Intérêts alimentaires et industriels

Les Morilles et les Truffes comptent parmi les espèces comestibles les plus recherchées.

Les Levures sont utilisées en diététique (riches en vitamines B1, B2, B5, B6, B9, B12, PP, riches en Mg et en Zn, riches en protéines et en fibres, source de Fer).

c. Intérêt médical

Certains Ascomycètes sont des parasites redoutables de l'homme et des animaux (Teignes, Candidoses).

d. Intérêts économiques

Certains Ascomycètes sont des parasites redoutables des végétaux (Oïdium de la vigne et des arbres fruitiers, Tavelures) (Rapior et Fons, 2006).

Certains ascomycètes produisent des toxines qui peuvent contaminer les aliments (mycotoxines) ou causer des maladies pulmonaires comme coccidioimycose (*Coccidioides immitis*), aspergillose (*Aspergillus*) ou des maladies cutanées (*Dermatophytes*). Ainsi, plusieurs maladies affectant les plantes, comme les oïdiums, provoqués par les ascomycètes (Breuil, 2009; Clesse, 2011 ; Raven *et al.*, 2011).

Les ascomycètes se reproduisent de façon asexuée et sexuée :

- **Leur reproduction asexuée** est assurée par des spores haploïdes (conidies) qui se forment à l'extrémité d'hyphes modifiées appelées « conidiophores ». Les conidies permettent une colonisation rapide d'une nouvelle source de nourriture, elles sont souvent plurinucléées (Lüttge *et al.*, 2002 ; Breuil, 2009 ; Raven *et al.*, 2011).

- **Leur reproduction sexuée se déroule dans l'asque**, elle se déclenche dans certaines conditions environnementales, des hyphes de polarité opposée croissent l'un vers l'autre et chaque type produit une cellule terminale de grande taille plurinucléées (gamétange). Les deux gamétanges (anthéridie ♂ / ascogone ♀) fusionnent par l'intermédiaire d'un trichogyne (organe récepteur tubulaire femelle) les noyaux de l'anthéridie rejoignent l'ascogone en passant par le trichogyne et les noyaux de type sexué opposé s'associent par deux. L'ascogone produit des

hyphes dicaryotiques cloisonnés qui sont incorporées dans une structure complexe appelées ascocarpe.

Les cellules à l'extrémité des hyphes dicaryotiques se dilatent et forment la structure d'un asque. La caryogamie a lieu dans les asques puis les noyaux diploïdes subissent une méiose suivie d'une mitose pour donner à la fin 8 noyaux haploïdes (Fig. 17). Ces noyaux sont incorporés dans les ascospores qui sont souvent disposées en ligne (Lüttge *et al.*, 2002 ; Breuil, 2009 ; Raven *et al.*, 2011).

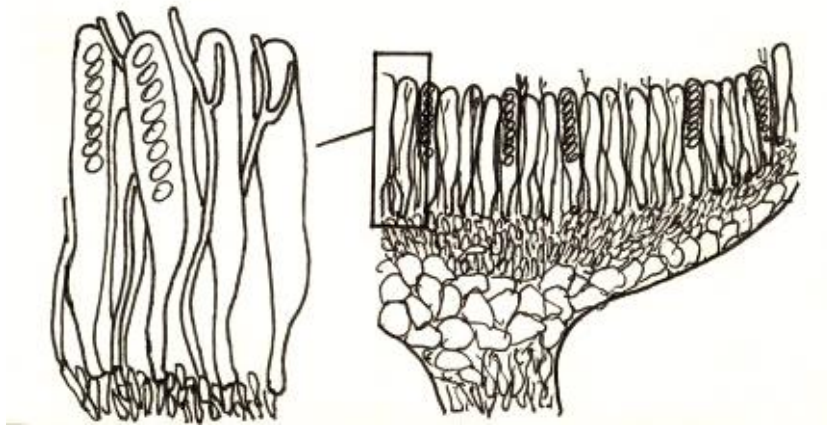


Figure 17 : Asques avec 8 spores et paraphyses fourchues garnissent la partie fertile des ascomycètes en forme de petite coupe (Pirot, 2006).

1-3-6- Les Basidiomycètes

Ils regroupent 22 000 espèces décrites (Raven *et al.*, 2011). Les basidiomycètes macroscopiques comprennent des champignons à chapeau comestibles ou vénéneux, saprophytes ou symbiotiques de plantes (ectomycorhiziens). Ils regroupent aussi des champignons phytopathogènes comme ceux responsables des rouilles et des charbons (Breuil, 2009).

Ils se reproduisent généralement par voie sexuée.

Les Basidiomycota présentent des hyphes cloisonnées (septées) ; chaque cellule de l'hyphe contient un ou 2 noyaux au maximum ; les spores sont générées par des basides et portées par des stérigmates (très souvent au nombre de 4 (tétrasporidie) plus rarement de 2 (bisporidie). On parlera de basides bi- ou tétrasporiques (Fig. 18)

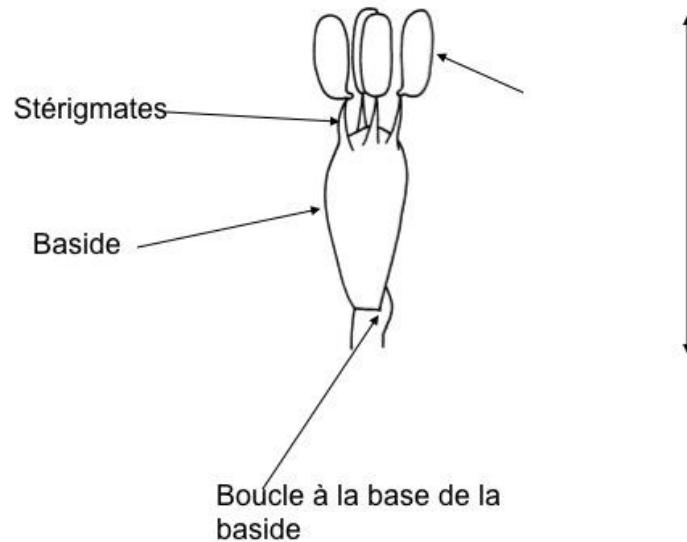


Figure 18 : Une baside (Maffert, 2013)

Leur reproduction sexuée implique des basides : chez la plupart des champignons basidiomycètes à chapeau, les spores haploïdes germent et forment des mycéliums homocaryotiques. Ces mycéliums des différents types sexués sont attirés l'un vers l'autre puis fusionnent (plasmogamie) et forment des hyphes dicaryotiques. Ces hyphes poussent et se ramifient en formant un mycélium développé dans le sol pour donner à la fin une fructification de champignon connue sous le nom de « sporophore » ou « basidiocarpe ». À l'intérieur du sporophore des cellules en massue forment à l'extrémité des hyphes dicaryotiques « basides ». Dans les basides, les noyaux haploïdes fusionnent « caryogamie » pour donner un noyau diploïde qui subit une méiose pour donner 4 noyaux haploïdes. Les 4 noyaux haploïdes sont incorporés à des basidiospores. Le plus souvent, les basidiospores naissent à l'extrémité de la baside sur des petites protubérances appelées « stérigmates » (Lüttge *et al.*, 2002 ; Breuil, 2009; Clesse, 2011 ; Raven *et al.*, 2011).

Le mycélium dicaryotique d'un champignon basidiomycète pousse dans toutes les directions à partir de la zone où la plasmogamie et forme un cercle de champignon appelé « rond de sorcière » à la périphérie de croissance.

De nombreux champignons basidiomycètes ne se reproduisent pas par la voie asexuée bien que certaines espèces produisent des spores asexuées (conidies) (Lüttge *et al.*, 2002 ; Raven *et al.*, 2011) .

Classification enseignée en 2006 par Régis Courtecuisse, suite aux apports de la biologie moléculaire :

Règne	Division	Classe	
Fungi	Deuteromycota (=Adelomycetes) (pas de reproduction sexuée) sorte de poubelle d'attente où on range sous le nom de <i>Fungi imperfecti</i> des espèces dont on ne connaissait que le stade anamorphe, mais dont le stade téléomorphe les dirige vers les <i>Basidio-</i> ou les <i>Ascomycota</i> ⇒ classes : <i>Mycelia Sterilia</i> , <i>Coelomycètes</i> , <i>Hyphomycètes</i> , <i>Blastomycètes</i> .		
	Glomeromycota (pas de reproduction sexuée ; mycélium siphonné, sans cloisons).		
	Chytridiomycota (zoospores à un flagelle ; pas de mycélium).		
	Zygomycota (zygospores (fusion de 2 gamétanges) ; mycélium siphonné, sans cloisons)	Zygomycètes : reproduction par mitospores (asexuées) ⇒ ordres des <i>Mucorales</i> , <i>Dimargaritales</i> , <i>Entomophtorales</i> , <i>Zoopagales</i> , <i>Kickxellales</i> .	
		Trichomycètes : reproduction par zygospores (sexuées) ⇒ ordres : <i>Harpellales</i> , <i>Amoebiales</i> , <i>Aselariales</i> , <i>Ecrinales</i> .	
	Ascomycota (spores contenues dans des asques ; hyphes septées, ou levures).		
	Basidiomycota (spores portées par des basides ; hyphes septées).		

I-4- Mode de vie

Pour pallier l'absence de chlorophylle qui permet aux végétaux supérieurs de vivre en totale autonomie (sauf de la lumière qui leur est nécessaire), les champignons lors de leur évolution ont trouvé d'autres voies. Le carbone leur étant indispensable pour élaborer leur substance, pour se « nourrir », ils doivent le prendre là où il est, en le volant à d'autres êtres, vivants ou morts. Ils adoptent suivant les cas, trois types de comportements.

Il y a **les saprophytes** qui se nourrissent de substances mortes en voie de décomposition, **les parasites** qui s'attaquent à des êtres encore vivants, et **les symbiotiques** qui vivent avec d'autres êtres vivants à bénéfices réciproques. Ces derniers sont les plus étonnants. En les étudiant de près, on a l'impression de l'existence d'un pacte de non-agression avec leur hôte, et même qu'ils collaborent en bonne intelligence avec lui. Cette division en trois grands types constitue un schéma d'ensemble théorique. Tout n'est pas aussi nettement tranché, et des exceptions, des modes transitoires, des formes nuancées ou intermédiaires de ces trois modes de vie sont observées.

I-4-1 Les champignons saprophytes

Ils s'installent sur les substrats les plus divers. Leur mycélium peut vivre au dépend de toute matière organique en voie de décomposition, apportée par la terre, l'humus, les débris forestiers de toutes sortes : bois morts, écorces, feuilles et fruits mûrs tombés, brindilles et aiguilles de conifères. Mais, ils ne s'en tiennent pas aux seuls déchets végétaux. Ils s'intéressent également aux cadavres d'animaux, à leurs excréments. Ils digèrent tous ces déchets, et véritables «éboueurs » ou « croque-morts », ils les font disparaître peu à peu, participant très activement au nettoyage de la forêt. Ils assurent une bonne partie de la biodégradation et contribuent à «boucler» les différents cycles biologiques (Balzeau et Joly, 2014).

Les champignons saprophytes font preuve parfois d'une étonnante spécificité dans le choix de leur substrat. Certains préfèrent le bois mort de telle ou telle espèce d'arbre, ou même des organes particuliers (feuilles, fruits...). Les marasmes sont particulièrement éclectiques à cet égard. L'un d'entre eux ne pousse que sur des feuilles de lierre, tel autre sur des feuilles de houx. D'autres genres sont inféodés aux fruits, bogues de châtaignes, cônes de résineux. Certains champignons ne poussent que sur d'autres champignons en train de pourrir. Les phanères des animaux, (cornes de bovins, sabots, poils, plumes d'oiseaux), ont aussi leurs champignons bien à eux.

I-4-2- Les champignons parasites

Ce sont des agresseurs qui s'attaquent à des êtres vivants, végétaux et animaux. Mais leur agressivité peut présenter les degrés les plus divers. La mort de l'hôte peut s'ensuivre à plus ou moins brève échéance. Le délai dépend de l'agressivité de l'attaquant et de la résistance de sa victime qui peuvent dépendre de leur patrimoine héréditaire, mais aussi des conditions extérieures, climatiques, et même biologiques, de l'environnement. Il existe un grand nombre de parasites vrais parmi les champignons dit « inférieurs ». Ils sont responsables de graves maladies pour certaines cultures (oïdium, charbon et caries des céréales, ergot de seigle, cloque du pêcher, etc.), véritables calamités qui occasionnent des pertes considérables à notre agriculture, mais aussi pour l'Homme (ergot du seigle).

Chez les champignons à chapeau, qui nous intéressent davantage, il existe aussi quelques parasites vrais qui s'attaquent au cœur vivant de l'arbre. Ils sont relativement peu nombreux. Ils entraînent assez rapidement la mort de leurs hôtes. Les arboriculteurs et les sylviculteurs les connaissent bien et les redoutent.

Parmi les plus connus on peut citer les polypores (Polypore soufré) (Fig. 19), Polypore écaillé, Polypore amadouvier, Fistuline hépatique), quelques hydnes et le célèbre et malfaisant Armillaire couleur de miel. Ils commencent leur vie en véritables parasites et peuvent très bien la poursuivre en saprophytes, finissant de consommer leur victime. Mais la plupart des champignons de ce groupe agissent en parasites de blessures ou de faiblesse. Ils s'introduisent dans un « arbre-hôte » déjà malade. Ils achèvent la victime et terminent leur existence en véritables saprophytes n'ayant plus que des tissus morts à se mettre « sous la dent ».

Les champignons parasites lignivores (qui dévorent le bois) sont, pour la plupart, capables de s'attaquer à toutes sortes d'essences d'arbres. Quelques-uns, en revanche, ont des préférences très marquées pour une essence donnée comme le Polypore du boulot, hôte exclusif de cet arbre. Certains champignons ne peuvent pousser que sur d'autres champignons vivants. Ainsi, le petit Bolet parasite ne peut se rencontrer que sur un Scléroderme. Les champignons peuvent aussi parasiter des représentants du règne animal, Ils peuvent s'attaquer aux insectes, sous toutes leurs formes larvaires ou adultes. Il y a aussi les mycoses, provoquées par des champignons parasitaires qui touchent l'Homme, et ceux qui ont subi ces attaques savent combien il est difficile de s'en débarrasser.



Figure 19 : polypore soufré (*Laetiporus sulphureus*) (web 6)

1-4-3- Les champignons symbiotiques

Des champignons peuvent s'associer avec des algues, de cette union, naissent des êtres extraordinaires, des pionniers qui ne vivent apparemment de rien et qui peuvent commencer la conquête des espaces les plus nus et les plus arides : les lichens. Mais les champignons peuvent aussi s'associer avec des végétaux supérieurs pour vivre avec eux en symbiose, chacun des deux partenaires retirant de cette association des bénéfices réciproques.

Cette association se fait le plus souvent au niveau des racines des arbres pour former ce que l'on appelle des mycorhizes (Balzeau et Joly, 2014), les filaments mycéliens du champignon s'associant aux radicelles de l'arbre. Il y a toutes sortes de formes d'interpénétration et de degrés d'intimité dans cette association. Avec les champignons à chapeau, les mycorhizes sont plutôt superficiels et forment des manchons très caractéristiques autour des racines de l'arbre. Les filaments mycéliens puisent dans les cellules de l'arbre des matières amylacées ou sucrées et constituent une extension de la surface absorbante des racines facilitant ainsi l'alimentation de l'arbre en eau et en sels minéraux.

Ces champignons des mycorhizes ne peuvent vivre et fructifier sans leur hôte. Réciproquement, l'arbre semé en sol neuf avorte le plus souvent ou ne « profite » pas, si son champignon partenaire n'a pas été introduit en même temps dans le sol. Les sylviculteurs et les mycologues étudient avec attention ce phénomène. Les arbres mycorhizés ont une croissance notablement plus rapide que ceux qui ne le sont pas. Mais cette association, qui se fait d'elle-même dans la nature, n'est pas facile à réaliser en laboratoire ou en culture. Des chercheurs travaillent dans ce domaine, autant pour améliorer la production forestière que pour réaliser des cultures de champignons caractérisés par ce mode de vie, comme le sont les bolets, les girolles (Fig20) ou la fameuse Amanite des Césars (Fig 21). Ils ont déjà réussi et on peut acquérir des plants de

chênes ou de noisetiers mycorhizés, susceptibles de produire des truffes sous un climat et dans un terrain favorable (Balzeau et Joly, 2014).



Figure 20 : La girolle (*Cantharellus cibarius*) (web 7)



Figure 21 : Amanite de César (*Amanita caesaree*)(web 8)

I-5- Cycle de vie d'un champignon

Le cycle de vie d'un champignon commence lorsque le champignon adulte libère ses spores. C'est la **sporulation** : les spores sont dispersées par le vent, l'eau, les animaux et les insectes. Les spores attendent par la suite, les **conditions idéales** d'humidité et de température pour se développer : chaque **spore** va former un **fin cordon** appelé **hyphae** contenant la moitié du matériel génétique nécessaire à la formation du champignon adulte.

Il faut ensuite que deux hyphaes compatibles et complémentaires se rencontrent pour échanger leur matériel génétique et créer un réseau filandreux appelé mycélium.

Le mycélium va se développer et accumuler de la nourriture en attendant, les conditions idéales de température et d'humidité : c'est la **phase d'incubation du mycélium**. Le moment venu, le **mycélium** va se **concentrer** et former des « **nœuds** ». A partir de ces nœuds vont se former les **primordia** (ébauches de champignons) qui deviendront adultes, lâcheront leurs spores et le cycle de la vie continue (Fig. 22).

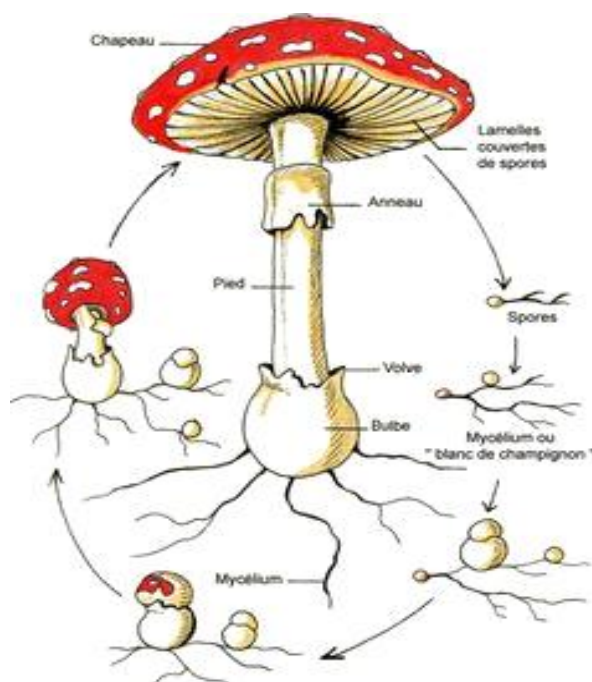


Figure 22 : Cycle de vie d'un champignon (web 9)

I-6- Les différents types de champignons selon l'utilisation

I-6-1- Champignons médicinaux

Les champignons médicinaux sont définis comme des champignons utilisés comme agent médicinaux. Des propriétés immunes thérapeutiques spécifiques ont été caractérisées par plus de 270 espèces de champignons.

Ils ont été utilisés en médecine traditionnelle chinoise pour des milliers d'années. Ces champignons et certains médicaments à base de plantes ont gagné en popularité ces derniers temps, en grande partie en raison d'un nombre croissant des études de scientifiques qui suggèrent leurs avantages médicaux potentiels. (James et al., 2016)

L'un des ingrédients bioactifs du champignon médicinal qui se rapportent à l'immuno modulation multidirectionnelle est maintenant connue être « Bêta-glucane ». Les bêta-glucanes sont des polysaccharides trouvés dans les champignons connus comme « modificateurs de la réponse biologique » en raison de leur capacité à activer le système immunitaire. Il a été démontré que les polysaccharides bioactifs ou complexes polysaccharides – protéines de champignons médicinaux améliorent les réponses immunitaires innées et à médiation cellulaire et présentent des activités antitumorales chez l'homme. Plusieurs champignons composés de polysaccharidiques ont été précédés de phases d'Essais cliniques I, II et III et sont actuellement largement utilisés en Asie pour traiter divers cancers et autres maladies. L'exemple le plus connu étant celui du champignon médicinal *Ganoderma lucidum* (reishi), un champignon aux pouvoirs médicinaux testés (James et al., 2016).

Le *Ganoderma lucidum*, aussi nommé Reishi (au Japon) ou Ling Zhi (en Chine) est un champignon originaire d'Asie. Utilisé depuis plus de 4000 ans par la médecine traditionnelle chinoise, il fut largement employé par les empereurs et les nobles des anciennes dynasties comme élixir de longue vie (action antioxydante) et pour leur redonner vitalité. A l'époque, il était particulièrement rare et recherché. Il poussait uniquement dans les régions montagneuses, souvent sur le tronc des arbres, où il est aujourd'hui massivement cultivé.

En Chine et au Japon, le *Ganoderma* est réputé comme plante médicinale de premier ordre. Elle est riche en antioxydants, qui jouent une action anti-âge majeure et qui favorisent le renouvellement des cellules saines. Ces derniers diminuent donc le développement des maladies. Le *Ganoderma* est un formidable protecteur du bon fonctionnement de l'organisme dans son ensemble. Il aide le corps à s'adapter à son environnement (vertus adaptogènes), à se

nettoyer et tout ceci, en renforçant la vitalité de l'individu. Son action sur le foie et les poumons est importante : il est donc adapté aux personnes souffrant de maladies chroniques, aux convalescents et à toute personne manquant d'énergie vitale (Fig. 23).



Figure 23 : Ganoderma lucidum :

- En forêt (web 10)
- En capsule (web 11)

I-6-2- Champignons comestibles

Les champignons comestibles sont considérés comme faisant partie des produits forestiers non ligneux, ils sont destinés à la consommation sans aucun risque pour la santé (FAO., 2000).

L'exemple le plus connu à travers le monde étant le champignon de paris (Fig. 24).

Les champignons de Paris (*Agaricus bisporus*) ont des lamelles roses lorsque le champignon est jeune, puis brun-noir à noires en vieillissant. Le chapeau est rond, d'un blanc velouté qui se tache par la suite d'ocre ou de brun. Il est attaché au pied par un voile quand il est très jeune (on n'aperçoit pas ses lamelles) puis il va s'ouvrir et libérer ainsi un petit anneau. En vieillissant, le chapeau va s'aplatir. C'est une espèce de champignons basidiomycètes de la famille des Agaricaceae. Champignon le plus cultivé en champignonnière car il est simple et rapide à cultiver (Alexander et *al.*, 2002).



Figure 24 : *Agaricus bisporus* (web 12)

I-6-3- Champignons toxiques

Les champignons toxiques sont dangereux pour la santé de l'être humain et peuvent causer la mort.

Notons l'exemple des Amanites toxiques : L'Amanite phalloïde (Fig. 25) a un chapeau verdâtre caractéristique (sauf sa forme blanche). Comme toutes les amanites toxiques, elle comporte des lames blanches qui ne se soudent pas au pied ; elle porte un anneau sur la partie moyenne ou supérieure du pied et une volve (espèce de sac élastique) qui entoure la base du pied.

L'Amanite phalloïde est connue depuis l'antiquité pour avoir été utilisée comme poison mortel ou pour avoir provoqué des morts célèbres. Agrippine¹, empoisonna volontairement son mari, l'empereur romain Claudius (web 13).



Figure 25 : *Amanita phalloïde* (web 14)

Chapitre II

Les pleurotes

Chapitre II - Les pleurotes

II-1- Généralités sur les Pleurotes

Les Pleurotes sont des champignons facilement identifiables de par leur habitat lignicole, leur pied généralement excentrique et leurs lamelles fortement décurrentes, ils sont charnus. La plupart d'entre eux sont de bons comestibles dont les plus recherchés sont le Pleurote corne d'abondance, le Pleurote en huitre et le Pleurote du panicaut, ce dernier ne pousse qu'aux pieds des ombellifères (chardons généralement), son pied est légèrement excentrique et on pourrait parfois le prendre pour un champignon terricole lorsque la racine du chardon, à laquelle il est raccordé, est profondément enterrée. Certains Pleurotes sont cultivables (Heffner, 2018).

Les champignons du genre *Pleurotus* occupent la troisième position dans la production des champignons comestibles, après les espèces du genre *Agaricus* et *Lentinula* (Cardoso et al., 2013). *Pleurotus* spp. se trouvent dans les forêts tropicales et subtropicales du monde entier, et peuvent être cultivés artificiellement (Bonatti, 2004) en raison de leur capacité à coloniser et à dégrader une grande variété de substrats contenant de la cellulose, de l'hémicellulose et de la lignine, pour leur propre développement (Pokhrel et al., 2013). En outre, ces champignons ont une croissance et une fructification rapides du mycélium et un faible coût de culture, étant légèrement affectées par les maladies et nécessitant une surveillance minimale de l'environnement de culture, à une adaptation et une maintenance aisée (Bonatti, 2004 ; Ramos, et al., 2011 ; Pokhrel et al., 2013). Par conséquent, et également en raison des caractéristiques fonctionnelles, *Pleurotus* spp. sont devenus de plus en plus populaires dans un point de vue commercial.

Le pleurote a été cultivé pour la première fois par Flank en Allemagne en 1917. Le lien évolutif entre les espèces du genre *Pleurotus* n'est pas encore clair et de nombreuses questions taxonomiques restent controversées. Le genre *Pleurotus* est l'un des groupes les plus divers des champignons cultivés et montre un cycle de vie typique des basidiomycètes. Oloke et Adebayo (2015) ont déjà signalé la taxonomie, le cycle de vie et la culture des espèces de *Pleurotus*.

L'utilisation des champignons représente un patrimoine culturel important car ils sont utilisés depuis des temps immémoriaux comme nourriture et médecine selon les connaissances écologiques traditionnelles transmises de génération en génération (Pereira et al., 2012).

Il existe une trentaine de variétés de pleurotes. La plupart d'entre elles sont **comestibles** et plusieurs sont cultivées commercialement. Le pleurote représente environ 25 % de la

production mondiale des champignons. Le pleurote en coquille (ou en forme d'huître) est le plus connu. Il se consomme frais ou séché. Ce champignon renferme des quantités appréciables de vitamines et de minéraux, en particulier des vitamines du complexe B et du cuivre.

Selon le « Species Fungorum » les Pleurotes appartiennent au :

Règne : Fungi

Division : Basidiomycota

S/Division : Agaricomycotina

Classe : Agaricomycètes

S/Classe : Agaricomycetideae

Ordre : Agaricales

Famille : Pleurotaceae

Genre : Pleurotus

II-2- Pleurotes en forme d'huître (*Pleurotus ostreatus*)

Le Pleurote en forme d'huître pousse en touffes sur toutes sortes de feuillus (trembles, charmes, chênes, acacias...) dès lors qu'ils sont en état de faiblesse, abattus ou blessés. C'est une espèce lignivore, qui s'installe en saprophyte et dégrade le bois. Il vient assez tardivement en automne et subsiste même l'hiver dans certaines régions du midi de la France (web 15). C'est un comestible agréable (Fig. 26).

Le **pleurote en huître** (*Pleurotus ostreatus*) est un champignon basidiomycète de la famille des Pleurotacées. Cette espèce forestière fait depuis les années 1970 l'objet d'une culture industrielle qui a pris une certaine ampleur dans les années 1990-2000, c'est généralement elle que l'on trouve sur les étals sous le nom de pleurotes.

C'est un comestible honorable, si l'on n'est pas rebuté par la flaccidité de sa chair. Contrairement aux cèpes ou aux girolles, il ne se suffit pas vraiment à lui-même simplement poêlé, il bénéficiera largement d'être cuisiné de manière plus élaborée, en mélange ou en accompagnement (Web 16).



Figure 26 : Pleurotes en forme d’huitre (*Pleurotus ostreatus*) (Boissel, 2018)

II-2-1- Description

Chapeau : 4 à 15 cm, de coloration variable, du brun-clair au bleu-gris. En forme de coquilles d’huitres se superposant comme des tuiles. Convexe puis étalé et un peu déprimé à l’insertion sur le pied. Humide, brillant, glabre, lisse. Marge d’abord enroulée puis étalée et ondulée, se déchirant avec l’âge.

Lamelles : blanc-crème, très décurrentes, serrées près de la marge du chapeau, plus espacées vers le pied. Inégales, ramifiées, réunies à la base par des veines.

Pied : blanc, velouté, duveteux à la base. Court, excentrique, souvent latéral, gros, élargi vers le chapeau, plein, ferme, réuni à la base à d’autres exemplaires.

Chair : blanche, compacte, ferme, tendre mais tenace chez les exemplaires âgés. Odeur et saveur faibles et douces.

Spores : blanc-lilas.

Habitat : lignicole, Automne-Hiver en touffes parfois énormes sur les troncs et les souches des feuillus, avec une préférence pour les peupliers, les hêtres et les charmes. Assez commun.

Observations : c’est un bon comestible à consommer jeune, comme toutes les espèces lignicoles d’ailleurs, car trop coriace ensuite. Il fait l’objet d’une culture industrielle. Il peut être

confondu avec le Pleurote corne d'abondance (bon) qui est plus précoce et dont la chair dégage une fine odeur de farine (web 17).

II-2-2- La culture de *Pleurotus ostreatus*

La culture des champignons requiert trois étapes :

II-2-2-1- La mise en culture des spores : le début du processus se passe dans un milieu fermé, un laboratoire aseptisé. Il s'agit de faire germer les spores sur un milieu de culture (extrait d'agar agar), en évitant toute contamination et de produire du mycélium.

II-2-2-2- La préparation de l'agent d'inoculation : le mycélium obtenu sert à ensemercer un autre substrat également stérilisé, comme de la sciure de bois, des céréales ou des chevilles de bois de chêne. Celui-ci servira à ensemercer le substrat destiné à la production (web 18).

II-2-2-3- L'inoculation

A- La culture du pleurote sur bois

- **Comment faire une bonne inoculation ?**

Pour un bon développement du mycélium, il est primordial d'utiliser un nombre de douilles suffisant. Pour calculer la quantité minimale, il convient de tenir compte du diamètre et de la longueur des billots. Par exemple : pour un billot de 1m et d'un diamètre de 25 cm, il faut mettre au minimum : $2 \text{ (facteur)} \times 25 \text{ (diam.)} \times 1 \text{ (longueur)} = 50$ douilles. Si la longueur du billot est de 1.25 m, il faut mettre $2 \times 25 \times 1.25 = 63$ douilles.

- **Comment mettre les douilles ?**

Pendant les premiers mois, le mycélium croît surtout dans le sens longitudinal. Il est donc inutile de forer les trous sur une ligne, mais il convient de les croiser. En utilisant un foret de 9 mm de diamètre. On fore d'abord les trous autour des extrémités du billot et puis, s'il est plus long que 80 cm, aussi tout autour du milieu, selon la figure 27. On peut insérer aisément les douilles (de 8 mm de diamètre) par un léger coup de marteau. Un scellage avec de la cire ou de la paraffine n'est pas nécessaire.

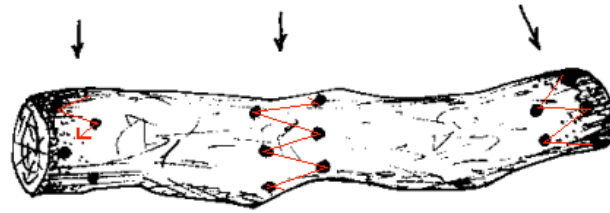


Figure 27 : Emplacement des douilles sur le rondin (web 19)

- **Que faire après l'inoculation ?**

Le bois doit être empilé à l'abri du vent et du soleil. Parfois, une clôture autour de la pile est nécessaire. Le dessus reste libre afin que la pluie puisse tomber sur le bois. Lors d'une période sèche, il faut arroser les billots de temps en temps, afin qu'ils maintiennent leur humidité.

- **La récolte**

Les pleurotes poussent par volée. La période d'incubation est courte : c'est déjà possible de ramasser des champignons lors de l'automne de l'année du lardage. Vers la fin d'août, il faut mettre les billots debout, à l'abri du vent et du soleil. Peut-être qu'il est nécessaire d'enterrer les plus minces, afin qu'ils ne tombent pas. Dès que les nuits deviennent plus froides, les boutures s'épanouissent. En quelques jours, elles se transforment en de grosses grappes de pleurotes qu'il faut alors récolter. Les tiges ne peuvent pas rester sur le billot. Tant qu'il ne gèle pas trop, les volées interviennent environ tous les 3 ou 4 semaines, jusqu'au nouvel an. Puis, le mycélium se repose jusqu'à l'automne suivant. Ainsi, la récolte s'étale sur 3 années. Quand la culture est terminée, on peut laisser sécher le bois pour brûler au foyer.

- **Quelles essences d'arbres conviennent aux pleurotes ?**

Quoiqu'à l'état sauvage, le pleurote pousse sur de nombreuses essences d'arbres, ce sont uniquement les cultures sur le peuplier et le hêtre qui valent la peine. Le pleurote aime les billots gros, d'un diamètre de plus de 25 cm. Le bois doit être coupé récemment, c'est-à-dire pas plus que quelques semaines. L'écorce doit y adhérer. On peut aussi inoculer des souches.

- **Quelle est la meilleure période pour l'inoculation ?**

L'automne, l'hiver et le début du printemps afin que le mycélium puisse se développer suffisamment pour donner une bonne récolte en automne (web 19).

La culture du Pleurote en forme d'huître est maîtrisée depuis maintenant une trentaine d'années. La Hongrie a été le premier pays à pratiquer sa culture sur des rondins de bois taillés à environ un mètre et plantés dans le sol (chênes, charmes, hêtres). Des blessures sont pratiquées sur ces rondins dans lesquelles on ensemence du blanc de pleurote. Pour 100 kilos de bois, la récolte est évaluée au bout de trois ans à environ 12-15 kilos de pleurotes. L'envahissement du bois par le mycélium se fait relativement lentement mais les récoltes se succèdent ensuite d'année en année. Pour répondre aux exigences d'un marché de plus en plus actif, les méthodes de cultures ont évolué, tendant à remplacer la dégradation lente du bois par un substrat riche en lignine et à dégradation plus rapide comme la paille ou les rafles de maïs.

B- Les autres types de cultures

La culture des champignons diffère de l'agriculture conventionnelle sur un point important. Le sol dans le sol est le substrat pour la production des cultures mais les champignons poussent sur des déchets agro-industriels ligno-cellulosiques. L'huître peut pousser sur de nombreux déchets agricoles que l'on trouve autour de nous. La paille et la sciure de bois ont été utilisées comme substrats pour *P. ostreatus* (web 20).

Ce mélange est brassé et humidifié pour une meilleure homogénéité, une base solide et riche pour le développement du champignon sera ainsi obtenue.

Après pasteurisation et ensemencement du substrat, le mélange est compacté puis emballé " sous forme de blocs " à l'aide d'un plastique noir qui est ensuite perforé pour favoriser l'apparition des pleurotes.

Les blocs sont rectangulaires et pèsent environ 15 kg.

L'incubation se fera dans des salles climatisées (environ 20°C) pendant deux à trois semaines.

Après incubation et 10 jours plus tard, la cueillette commence.

Technique de Culture

Les sacs remplis de compost sont percés de plusieurs trous. Ainsi les pleurotes pousseront essentiellement par ces trous

Les sacs (ou blocs) sont disposés dans la cave, dans des salles au préalable bien désinfectées, soit sur des étagères ou des palettes afin qu'ils ne touchent pas le sol. Ils sont généralement posés horizontalement l'un sur l'autre sur 3 rangées pour un gain de place.

La température est très importante, 18 degrés maximum l'été et 10 degrés minimum l'hiver, l'idéal étant de 15 degrés. Pour une bonne production, la température à l'intérieur des blocs ne doit pas dépasser 18 degrés.

Ces chiffres sont des appréciations, il faut surtout éviter d'avoir trop de variation de température.

Le renouvellement d'air est aussi très déterminant, le pleurote est assez exigeant dans ce domaine.

Il faut augmenter ce dernier lors de l'apparition des premiers pleurotes (soit une extraction d'air d'environ 20 000 m³ par heure pour 20 tonnes de substrat).

Ce procédé permet de ralentir la montée en température dans les salles et de limiter l'augmentation du CO₂ qui asphyxie le champignon.

Pour la culture, la lumière peut être naturelle mais aussi artificielle avec une fréquence de 8 à 10 heures par jour.

L'humidification est possible, surtout l'été, mais pas indispensable. Il faudra l'éviter dans les caves (web 21).

Récolte potentielle : de 750g à 2kg de champignons pour 1kg de substrat selon la maturité des champignons et le nombre de récoltes. Dans de bonnes conditions, on peut obtenir 3 à 4 récoltes espacées de 7 à 14 jours sur une période de 45 et 55 jours (Stamets, 2011)

II-2-3- Paramètres de culture

Caractéristiques du mycélium : Blanchâtre et longitudinal, il devient rapidement cotonneux puis épais et tenace. En vieillissant il sécrète des gouttelettes jaunes à oranges.

- **Couleur des spores** : blanches à légèrement gris lilas.

Culture sur agar : MYPA, PDYA, OMYA ou DFA. Le pH optimal de croissance est compris entre 5.5 et 6.5

- **Substrat de colonisation** : céréales : Seigle, blé, sorgho, maïs ou millet.
- **Substrat de fruitaison** : Un très large choix de déchets agricoles (banane, café, canne à sucre, coque de coton, soja) et forestiers (sciure, copeaux). La plupart des bois durs, toutes sortes de pailles (seigle, blé, riz, avoine, orge)
- **Récolte potentielle** : de 750g à 2kg de champignons pour 1kg de substrat selon la maturité des champignons et le nombre de récoltes
- **Incubation** :

Température : 24°

Taux d'humidité : entre 85% et 95%

Durée : entre 12 et 21 jours

CO2 : entre 5000 ppm et 20000 ppm

Echange d'air frais : 1 par heure

Lumière requise : non

- Formation des primordia :

Température : entre 10° et 15.6°

Taux d'humidité : entre 95% et 100%

Durée : entre 3 et 5 jours

CO2 < 1000 ppm

Echange d'air frais : entre 4 et 8 par heure

Lumière requise : 1000-1500 lux (voir 2000)

- Fruitaison :

Température : entre 10° et 21°

Taux d'humidité : entre 85% et 90%

Durée : entre 4 et 7 jours

CO2 < 1000 ppm

Echange d'air frais : entre 4 et 8 par heure

Lumière requise : 1000-1500 lux (voir 2000)

Récolte : 3 à 4 récoltes espacées de 7 à 14 jours sur une période de 45 et 55 jours (Stamets, 2011)

II-2-4- Valeur nutritionnelle

Comparativement aux autres légumes, le pleurote contiendrait jusqu'à cinq fois plus de protéines et de deux à cinq fois plus de fibres alimentaires que dans les autres champignons. Pour une portion de 74 g de pleurote, celui-ci contient 26 calories, 2,5 g de protéines, 4,7 g de glucides, 0,3 g de lipides et finalement 1,7 g de fibres alimentaires. Le pleurote contient d'ailleurs une panoplie de nutriments comme plusieurs vitamines telles que la vitamine B3, B2,

B5, B1, B6 et B9. Ce champignon contient aussi du cuivre, du phosphore, du potassium, du fer ainsi que du zinc (web 17).

II-2-5- Les bienfaits des pleurotes en forme d'huitre

Plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont démontré qu'une consommation élevée de fruits et de légumes diminuait les risques de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques. Quelques mécanismes d'actions ont été proposés pour expliquer cet effet protecteur. La présence d'antioxydants dans les fruits et les légumes pourrait y jouer un rôle.

- **Antioxydants.** Les antioxydants sont des composés qui protègent les cellules du corps des dommages causés par les radicaux libres. Ces derniers seraient impliqués dans le développement des maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies liées au vieillissement.

Parmi les antioxydants présents dans les aliments d'origine végétale se trouvent les composés phénoliques. Ils sont en partie responsables de la coloration des fruits et légumes. Le pleurote en contient de petites quantités.

L'activité antioxydante du pleurote peut varier considérablement, selon sa provenance. Par exemple, une étude a révélé que le pleurote de Chine contenait plus de composés phénoliques que plusieurs autres champignons (dont le shiitake et le champignon commun) et qu'il démontrait une activité antioxydante supérieure. Les pleurotes des États-Unis posséderaient par contre l'une des plus faibles quantités de composés phénoliques, malgré une activité antioxydante non négligeable (Wilkoks et *al.*, 2004).

- **Cholestérol.** Des études ont démontré que l'ajout de pleurote séché à l'alimentation de rats souffrant d'hypercholestérolémie diminuait significativement leurs taux de cholestérol sanguin et hépatique après huit semaines. Le pleurote contiendrait des composés agissant à différentes étapes de la régulation du cholestérol sanguin (de l'absorption intestinale jusqu'à la formation de cholestérol au foie). Par exemple, les glucanes et la pectine, présents dans le pleurote, sont des fibres solubles connues pour leur capacité à lier les acides biliaires. Cette action permet de réduire l'absorption du cholestérol dans les intestins. (Hossain et *al.*, 2003). De plus, certaines espèces de pleurotes produisent de la lovastatine, un composé utilisé comme médicament hypocholestérolémiant. Finalement, la chitine, présente dans la fraction insoluble des fibres des champignons, a permis de réduire le cholestérol chez l'animal. Des études chez

l'humain seront nécessaires afin d'évaluer si la consommation usuelle de pleurote pourrait avoir un effet sur certains facteurs de risque de maladies cardiovasculaires (Bobeket *al.*, 1998).

- **Fonction immunitaire**

Les pleurotes peuvent renforcer la fonction immunitaire, selon une petite étude publiée dans le Journal de médecine traditionnelle et complémentaire en 2015. Pour l'étude, les participants ont ingéré un extrait de pleurote pendant huit semaines. À la fin de l'étude, les chercheurs ont trouvé des preuves que l'extrait pouvait avoir des effets immunitaires (Web 12).

- **Cancer**

Certaines recherches préliminaires indiquent que les pleurotes peuvent posséder des propriétés anticancéreuses. Cette recherche comprend une étude publiée dans Journal international d'oncologie. En 2008, des tests sur des cellules humaines ont démontré qu'un extrait de pleurote peut inhiber la croissance et la propagation du cancer du sein et du cancer du côlon.

En outre, une étude sur la souris publiée dans le Journal international des champignons médicinaux en 2011 a déterminé qu'un extrait de champignon d'huître peut lutter contre la croissance tumorale, en partie en activant certaines cellules immunitaires.

II-2-6- Effets secondaires

Bien que les champignons pleurotes achetés dans une épicerie soient généralement considérés comme des aliments sûrs lorsqu'ils sont consommés (lorsqu'ils sont manipulés correctement), certaines personnes peuvent avoir une réaction allergique à ce champignon. En outre, les pleurotes peuvent causer des maux d'estomac lorsqu'ils sont consommés en grande quantité.

En raison d'un manque de recherche, on ne sait pas grand-chose sur la sécurité des champignons pleurotes sous forme de complément alimentaire. Gardez à l'esprit que les suppléments n'ont pas été testés pour la sécurité et les compléments alimentaires sont en grande partie non réglementés. Dans certains cas, le sujet peut administrer des doses différentes de la quantité spécifiée pour chaque plante. Dans d'autres cas, le produit peut être contaminé par d'autres substances telles que les métaux lourds. En outre, l'innocuité des suppléments chez les femmes enceintes, les mères allaitantes, les enfants atteints de troubles médicaux ou prenant des médicaments n'a pas été établie (Web 12).

II-2-7- Espèces voisines : Le pleurote en forme d'huître peut se confondre avec plusieurs autres espèces de champignons.

- **Les crépidotus** peuvent se confondre avec le pleurote puisqu'ils ont aussi une forme d'éventail ou de pétale de fleur. Par contre, leur comestibilité n'est pas encore connue.

Les crépidotus sont de petits champignons de moins de 4 cm, peu charnus et leur sporée est brune.

Il y a aussi quelques espèces de **lentins** qui peuvent ressembler aux pleurotes, surtout lorsqu'ils sont jeunes. Aucun lentin n'est toxique. Par contre, il y en a certains qui sont immangeables. Pratiquement tous les lentins possèdent des lames dentelées ou érodées à l'arrête. Pour vérifier ce critère, l'utilisation d'une loupe est nécessaire.

Le pleurote en oreille (*Pleurocybella porrigens*), qui est un champignon comestible, dépasse rarement 5 cm de diamètre, mais il peut, lui aussi, être confondu avec le pleurote en forme d'huître. La chair du pleurote étalé est mince. Cette espèce se retrouve sur le bois de conifères (Fig. 28).



Figure 28 : Le pleurote en oreille (*Pleurocybella porrigens*) (O'Reilly 2016)

Le pleurote pulmonaire (*Pleurotus pulmonarius*), champignon bon comestible, est très semblable au pleurote en forme d'huître. Il pousse aussi sur le bois de feuillus durs, mais il fructifie seulement lors des périodes les plus chaudes de l'été. Aussi, il prend une couleur blanche dès qu'il est jeune et sa chair est plus mince à la marge du chapeau (Fig. 29).



Figure 29 : Le pleurote pulmonaire (*Pleurotus pulmonarius*) (Labeuf, 2015)

Finalement, il y a le **pleurote du peuplier** (*Pleurotus populinus*), bon comestible, qui est aussi très similaire au pleurote en forme d’huître. Il pousse seulement sur le bois de peuplier. Sa période de croissance s’étale de mai à octobre, après des pluies abondantes et habituellement par temps frais (Fig. 30).



Figure 30 : Le pleurote du peuplier (*Pleurotus populinus*) (West, 2019)

Ce qui distingue particulièrement le pleurote en forme d’huître, c’est qu’il pousse sur des arbres morts ou vivants. De plus, il n’a pas de pied ou, s’il y en a un, il sera très petit. Finalement, son chapeau est en forme d’huître ou d’éventail et ses lamelles sont longuement décurrentes.

II-3- Autres espèces de pleurotes comestibles

Plusieurs autres espèces de Pleurotes peuvent être comestibles (Figs. 31, 32, 33, 34, 35, 36)



Figure 31 : Le pleurote du panicaut (*Pleurotus eryngii*) (web 22)



Figure 32 : Le Pleurote bleu (*pleurotus columbinus*) (web 23)



Figure 33 : Le pleurote pulmonaire (*Pleurotus pulmonarius*)



Figure 34 : Le pleurote jaune (*Pleurotus citrinopileatus*) (web 24)



Figure 35 : Le pleurote cornucopié (*Pleurotus cornucopiae*) (web 25)



Figure 36 : Le Pleurote voilé (*Pleurotus dryinus*) (web 26).

Chapitre III

Matériels et Méthodes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Introduction

Les pleurotes sont des champignons comestibles cultivés dans le monde entier. Les pleurotes en huîtres poussent naturellement sur du bois et d'autres substrats. Ainsi, une grande variété de déchets agricoles inutilisés, disponibles en Algérie, pourraient être utilisés pour la culture des champignons. Ce qui pourrait être l'une des solutions pour transformer ces déchets non comestibles en biomasse comestible acceptée et de grande valeur marchande. Dans cette étude nous avons utilisé plusieurs substrats aussi bien pour produire la semence mais aussi dans la culture des Pleurotes en huitre.

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche N° 31 (Rocade et Imama) pour la production des semences puis chez un ancien producteur de champignons dans les environs de Tlemcen.

III-1- Le matériel utilisé

On peut diviser les matériels utilisés en 2 catégories

III-1-1- Matériels de laboratoire

- Une hotte de laboratoire à flux laminaire
- Un bec Bunsen
- Une étuve à 25°C
- Une balance de précision
- Un bain-marie à 100°C
- Un trépied pour chauffer les substrats
- Un récipient métallique de 100 litres pour bouillir la paille et les grains de céréales
- Un autoclave à 120°C
- Des flacons en verre de 250 ml stérilisables pour la gélose
- Des bocaux en verre pour la production du blanc de champignon
- Des béchers de 1 et 2 litres
- Des erlenmeyers 100- 250- 1000 et 2000 ml.
- Tubes en verre de 50 ml
- Boîtes de Petrie de 90 mm de diamètre

- Bidons en plastique blancs de 25 litres que nous avons perforé à l'aide d'une perceuse, pour la production des Pleurotes
- Para film et papier aluminium
- Un bistouri ophtalmique
- Coton cardé
- Une paire de ciseaux
- Sacs en plastique noirs pour la production des champignons
- Papier filtre
- Alcool 70% et 98%
- Eau distillée
- Milieu de culture PDA (potato dextrose agar) en poudre.

III-1-2- Matériel biologique

- Des grains de Blé, d'Orge et d'Avoine ont été utilisés pour produire les semences (spawn) de *Pleurotus ostreatus*.
- La sciure de bois fine récupérée chez un menuisier, il s'agit du bastaing de bois rouge importé par L'EPE DIVINDUS TRADING COMPANY (D.T.C.) Ex **Entreprise Nationale D'approvisionnement En Bois Et Dérives** (ENAB) d'Autriche et Finlande.
- La paille de blé et d'orge ainsi que le son de blé dur pour la culture des Pleurotes
- 3 souches de *Pleurotus ostreatus* fructifié acheté sur le marché Algérien, Français et Espagnol (Fig. 37).



Algérie



France



Espagne

Figure 37 : Pleurotes de différentes provenances utilisées dans la production du blanc.

III-2- Méthode de travail

III-2-1- Préparation du mycélium

III-2-1-1- Préparation du milieu de culture PDA (Potato dextrose agar)

La gélose dextrosée à la pomme de terre est un milieu de culture microbiologique courant produit à base de pomme de terre adaptée à la croissance des champignons aussi bien microscopiques que macroscopiques.

Le milieu est préparé à base d'une poudre de PDA fournie par les laboratoires « Sigma-Aldrich Chemie GmbH » dissoute dans de l'eau distillée, bouillie puis répartie dans des flacons de 250 ml et stérilisée dans un autoclave à 120°C/ 20 min. Les flacons sont ensuite placés dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à l'utilisation.

III-2-1-2- Production du blanc

Le travail a été réalisé sous une hotte à flux lumineux à UV, allumée au moins 15 min avant l'utilisation. L'aseptie a été assurée par deux becs Bunsen et l'alcool à 70% pour la désinfection des mains et des surfaces avant et après chaque manipulation.

Tout le matériel utilisé a été stérilisé avant usage.

Le milieu de culture PDA fondu a été coulé dans les boîtes Petri et refroidi.

Les Pleurotes utilisés ont été achetés sur le marché Algérien, Français et Espagnol. Des champignons frais soigneusement choisis, ne présentant aucun défaut ont été coupés à l'aide d'un bistouri ophtalmique stérilisé. Des petits morceaux de chair blanche de champignon ont été coupés désinfectés dans de l'alcool pur pendant 1min, l'alcool à 70% pendant 1min puis rincés dans de l'eau distillée stérilisée et séchés sur du papier filtre stérilisé (Belhoucine com. Pers.). Ces fragments ont ensuite été déposés sur la gélose PDA refroidi.

Les boîtes de Petriensemencées ont été identifiées, fermées avec du parafilm puis couvertes avec du papier Aluminium pour assurer l'obscurité exigée dans la croissance du mycélium et éviter les problèmes de contamination. Ensuite, elles ont été placées dans une étuve réglée sur 25°C pendant 7 à 15 jours.

Après une semaine d'incubation, la gélose envahie par le blanc du mycélium a été purifiée quand nécessaire (si contaminée). Ainsi, des fragments ont été coupés à l'aide d'un bistouri ophtalmique stérilisé puis déposés individuellement dans des boîtes de Petri coulées avec le PDA puis incubées une autre fois pendant 7 à 15 jours à 25 °C.

III-2-2- Production des spawn de champignon

III-2-2-1- Préparation des substrats de culture

- **Préparation des céréales**

Les céréales utilisées sont le blé, l'orge et l'avoine.

Les grains de céréales ont été achetés sur le marché de Tlemcen. Après avoir été nettoyés des impuretés et des grains cassés, les grains de blés, orge et avoine ont été soigneusement lavés à l'eau froide jusqu'à ce que l'eau soit claire.

Les céréales bien lavées et égouttées ont été mises dans des récipients en plastique, additionnées d'eau de puit (éviter le chlorure de sodium contenu dans l'eau de robinet) puis d'un verre de café liquide pour le but d'une meilleure croissance ultérieure du mycélium (Belhoucine, com. Pers.). Les graines ont été laissées macérer pendant 24 heures. Après quoi, elles ont été égouttées à l'aide d'un tamis puis bouillies dans de l'eau de puit dans un grand récipient en métal pendant 20 minutes. Cette étape va permettre aux graines d'absorber davantage d'eau.

Après égouttage, les graines ont été laissées sécher pendant 6 heures à l'ombre étalées sur un linge blanc propre et sec. Cette opération a pour but d'éviter le collage des graines pendant la croissance du mycélium.

Après séchage, les graines ont été remplies dans des bocaux en verre (bocaux de conserves alimentaires récupérés et bien nettoyés) dont les couvercles ont été percés (réalisation de plusieurs trous à l'aide d'une perceuse) et tapissés de coton cardé puis recouvert vers l'intérieure, de papier filtre pour laisser passer l'air nécessaire à la croissance du mycélium. Après remplissage, les couvercles des bocaux ont été recouvert, vert l'extérieur de papier Aluminium (Fig. 38). Nous avons utilisé 3 répétitions pour chaque substrat et trois pour chaque souche (Algérie- France et Espagne). Au total 9 bocaux ont été utilisés pour chaque souche.

Nous avons aussi utilisé, à titre d'essai, des tubes en verre de 50ml que nous avons rempli au $\frac{3}{4}$ de graines traitées puis fermés avec du coton cardé et couvert de papier Aluminium (Fig. 38).

Les récipients ainsi remplis ont été stérilisés dans un autoclave à 120°C pendant 20 min puis laissés refroidir.

- **Préparation de la sciure de bois**

La sciure de bois dur (bastaing de bois rouge) fine aimablement fournie par un menuisier à Tlemcen, a été traitée différemment (Fig. 39).

Dans un récipient en plastique et après plusieurs tentatives, nous avons adopté la méthode suivant : nous avons couvert la sciure d'eau de puit et avons laissé macérer pendant 3 heures. Après vérification de l'humidité en serrant la sciure mouillée entre les doigts (Belhoucine, Com. Pers.), nous avons corrigé la texture de la préparation par addition de sciure sèche. La préparation a été remplie au $\frac{3}{4}$ dans des erlenmeyers en verre et un trou de 3-4 cm creusé au milieu (avec 10 répétitions). Les récipients ont été par la suite fermés avec du coton cardé, couvert de papier Aluminium puis stérilisé à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes et enfin refroidi.

III-2-2-2- Inoculation des substrats

Le blanc du mycélium jeune avec la gélose PDA dans laquelle il s'est développé ont été découpés à l'aide d'un bistouri ophtalmique, en fragments d'environ 1cm de côtés. Plusieurs fragments ont été introduits dans les récipients contenant les substrats destinés à la production des spawn (grains de céréales et sciures).

III-2-2-3- Incubation

Les substrats ainsiensemencés ont été incubés dans une étuve à 25°C pendant 15 jours.

Les spawn ainsi produits ont été utilisés pour la production des Pleurotes sur la paille.



Figure 38 : Préparation de spawn de *Pleurotus ostreatus*.

1 : Remplissage des récipients- 2-7 : Préparation des récipients- 8 et 9 purification des souches- 10 : Aspect du mycélium- 11-15 Inoculation des céréales (original).

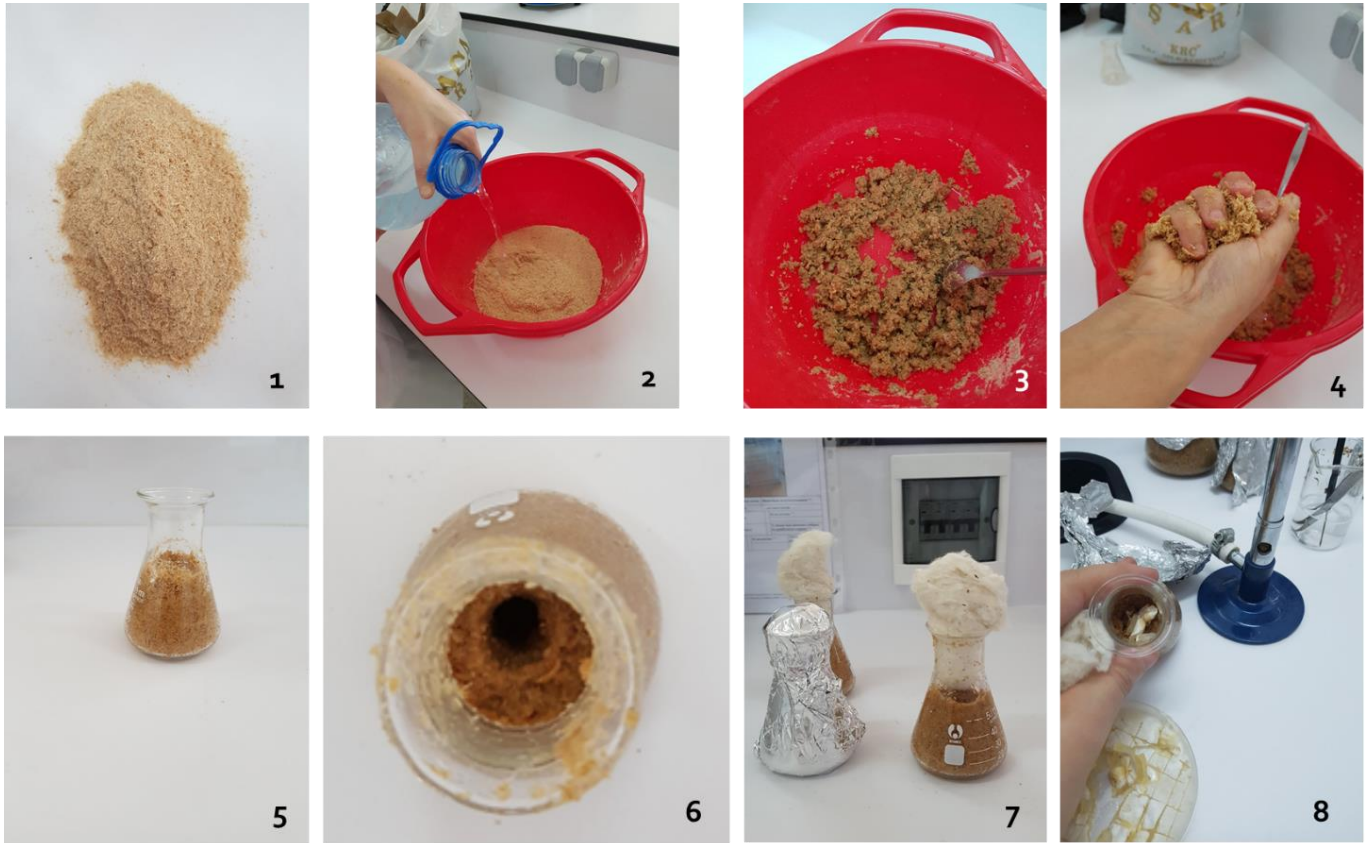


Figure 39 : Etapes de préparation de la sciure de bois et inoculation.

1 : Aspect de la sciure- 2 : Mouillage de la sciure- 3 et 4 : Test de l'humidité- 5 : Remplissage des Erlenmeyers- 6 : Creuser un trou d'ensemencement- 7 : Boucher avec du coton cardé et couvrir de papier Aluminium – 8 : Ensemencement du mycélium(Original).

III-2-3- Production des Pleurotes

III-2-3-1- Préparation du substrat

Pour la production des champignons, nous avons utilisé la paille de blé et celle de l'orge achetées sur le marché de Tlemcen.

La paille a été découpée en petits fragments, lavée, égouttée puis submergée d'eau de puit et mise à bouillir pendant au moins deux heures, sur un trépied, dans un récipient en métal.

Ce traitement a pour but d'éliminer toutes les impuretés qui restent après rinçage de la paille, réhydratation du substrat et élimination des bactéries et moisissures de contamination qui pourraient entraver au bon développement du mycélium.

La paille a été laissée égoutter sur un filtre puis sécher légèrement pendant environ 2 heures. Elle doit rester humide pour un bon développement ultérieur du mycélium.

Nous avons également essayé d'enrichir la paille de blé par le son de blé dur (son rouge) que nous avons trempé dans l'eau de puit bouillie, pendant toute une nuit puis égoutté pour ne garder que l'humidité nécessaire (test de la poignée). L'addition a été réalisée à raison de 5%.

III-2-3-2- Inoculation

La paille traitée a été remplie dans des bidons en plastique blancs troués. Après chaque couche d'environ 8 cm de paille tassée, nous avons introduit une quantité suffisante de graines de spawn (5 à 10%). Après remplissage des bidons à raison de 5kg, nous les avons fermés avec leurs couvercles puis recouvert de sacs en plastique noir que nous avons attaché tout en laissant une petite ouverture pour assurer l'aération

III-2-3-3- Incubation

Les bidons ainsi inoculés ont été laissés à incuber dans une salle préalablement désinfectée, sur des palettes en bois désinfectées, afin qu'ils ne touchent pas le sol. Ils ont été posés horizontalement l'un sur l'autre (Fig. 40).

La salle d'incubation est sombre et est dotée d'un humidificateur et un compresseur pour assurer les conditions de culture favorables à savoir une température de 22-25°C et une humidité de 85 % pendant la première phase (2-3 semaines) pour une bonne croissance du mycélium. Après envahissement de la paille, la fructification dépendra d'autres facteurs : une température de 14 à 15°C et une humidité de 90 à 95%, en plus de la lumière pendant au minimum 8- 10 heures par jour et une ventilation de 30 minutes chaque 3 heures pour permettre une bonne aération.

III-2-3-4- Fructification et cueillette

Après apparition des premières fructifications, nous avons procédé à la cueillette et noté les caractéristiques des champignons : couleur- taille du carpophore pour chaque variété de Pleurotes et chaque substrat.

La figure 40, résume les étapes de la culture des Pleurotes.



Figure 40 : Etapes de préparation des cultures de *Pleurotus ostreatus*.

1 et 2: préparation du substrat (bouillage et séchage)- 3 : inoculation- 4 : première phase d'incubation- 5 : fructification (original).

Chapitre IV
Résultats et Discussion

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Le présent travail porte sur l'effet de la composition du compost sur la culture des champignons comestibles du genre *Pleurotus* : Cas de *Pleurotus ostreatus*. Pour cela nous avons utilisé trois souches de provenances différentes : Algérienne, Française et Espagnole que nous avons cultivé sur deux types de pailles (blé et orge) après avoir produit le blanc du champignon sur les grains de blé, orge et avoine en plus de la sciure de bois.

VI- 1- Production du blanc

Après 7 à 15 jours d'incubation à une température de 25°C, la totalité des boîtes de Pétri a été envahie par le mycélium du *Pleurotus ostreatus*. Ce dernier, est caractérisé par un aspect cotonneux et une couleur blanchâtre (Fig. 41).



Figure 41 : Aspect du Mycélium de *Pleurotus ostreatus* sur gélose PDA (original)

Le tableau 2, regroupe les vitesses de croissance des souches de différentes provenances « Algérie (Alg), France (Fr), Espagne (Esp) » et la figure 42 illustre l'évolution de leurs croissances sur milieu PDA.

Tableau 2 : Vitesse de croissance des souches de *Pleurotus ostreatus* selon leurs provenances sur PDA

Provenance des Souches	Début de l'apparition du blanc (Jours)	Envahissement de toute la boîte (Jours)
Algérie (Alg)	3	7
France (Fr)	4	10
Espagne (Esp)	4	12

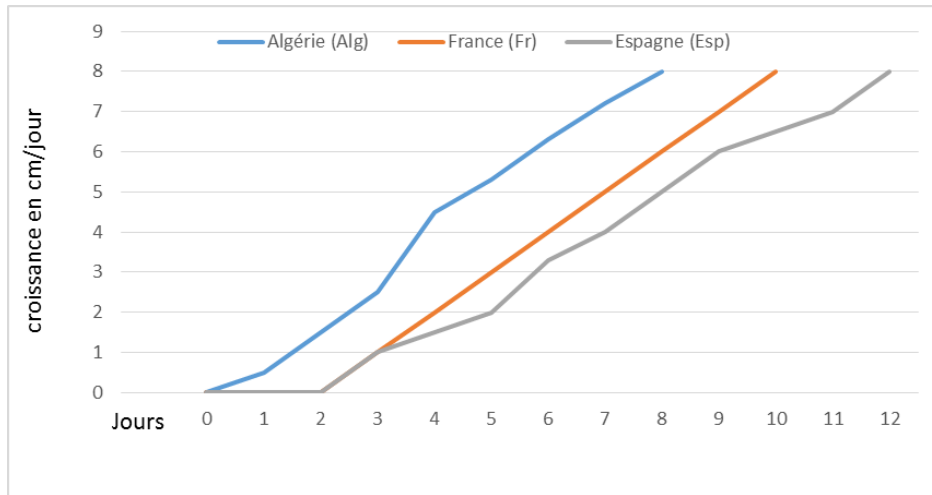


Figure 42 : Croissance du mycélium à partir des tissus de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances (Algérie, France, Espagne).

La figure 42, montre que les trois souches croient différemment sur milieu PDA. La souche achetée sur le marché algérien a une croissance rapide comparée aux deux autres. En effet, le mycélium commence son développement dès le troisième jour de la culture du tissu pour envahir la totalité de la gélose au bout d'une semaine d'incubation. Les deux autres n'ont pas évolué pendant les deux premiers jours. La souche (Fr) a suivi une croissance exponentielle après le troisième jour pour envahir toute la boîte au bout de 10 jours alors que la souche (Esp) a évolué plus lentement, au bout de 12 jours.

Ceci pourrait être dû à l'âge des Pleurotes utilisés puisque la souche achetée en Algérie était plus jeune et plus fraîche que les deux autres achetés en Europe. Ces dernières sont restées plus longtemps à 4°C.

IV-2- Production de spawn de *Pleurotus ostreatus*

IV-2- 1- A base de céréales

Les trois souches se sont développées de la même manière sur les différents substrats. Le blé étant le substrat qui présente l'activité la plus faible comparé aux deux autres céréales. L'orge constitue le milieu le plus favorable au développement du mycélium suivi de d'avoine (Fig. 43). Ces résultats concordent parfaitement avec ceux obtenus par Arzani et Boussioud (2018).

L'utilisation des grains d'orge ou d'avoine dans la production des semences de Pleurotes permet un gain de temps considérable sur le plan économique. En effet, le développement du mycélium dans ces deux milieux a commencé à apparaître dès le troisième jour de l'inoculation alors que dans le blé, il a pris plus de temps (5 jours). Au bout des 2 semaines d'incubation que nous

avons fixées pour cette étape, les grains d'orge et d'avoine étaient déjà enrobés de blanc au bout de 10 jours (il y a eu même la sortie du mycélium des trous du couvercle pour les grains d'avoine 'Fig. 43 A2"). Ce n'est pas le cas du blé dont certains grains sont restés sans mycélium. Un grain bien enrobé permettra un bon envahissement ultérieur du substrat lors de la culture du champignon.



Figure 43 : Production de spawn de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances sur les différents grains de céréales (Blé, orge et avoine). A et C : Souche Algérie- B : France (Original).

IV-2- 2- A base de sciure de bois

La sciure de bois s'est révélée être un substrat non adapté à la production des semences de champignons pour toutes les souches de *Pleurotus ostreatus* quel que soit leur origine. Pourtant plusieurs auteurs recommandent son utilisation surtout quand elle est issue de bois de chêne (Soko et al., 2018). Après 45 jours d'incubation durant lesquels nous avons vérifié la croissance du mycélium toutes les deux semaines, le blanc du champignon n'a pas bien évolué (Fig. 44). Nous pouvons expliquer ce phénomène par la présence de fongicides dans ce type de bois utilisé

lors de sa fabrication puisque à l'origine, c'est un bois d'œuvre fabriqué pour éviter les contaminations fongiques.

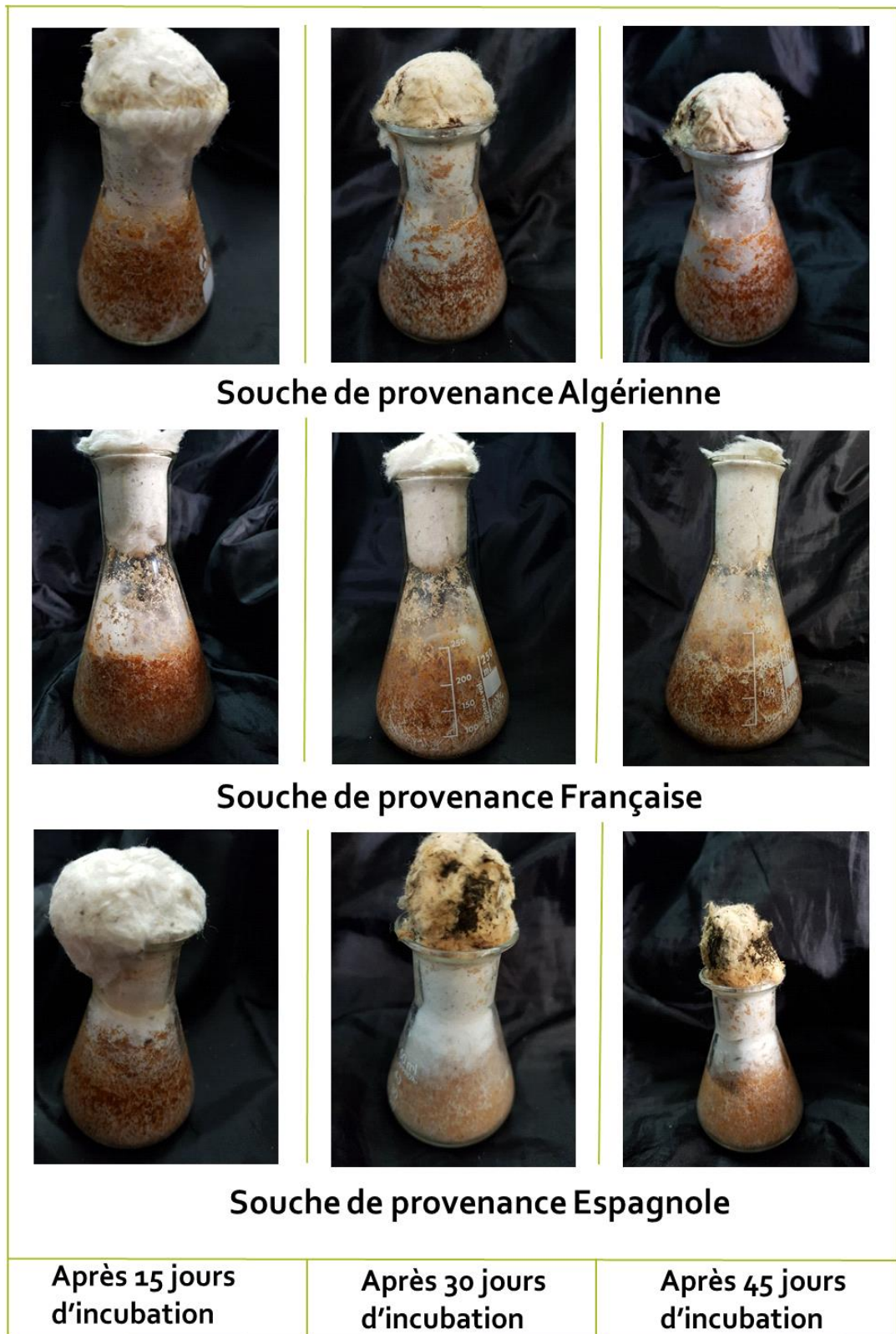


Figure 44 : Croissance des souches de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances dans la sciure de bois.

IV-3- Fructification et cueillette

L'envahissement de la paille par le mycélium a évolué de la même manière pour les 3 souches de *Pleurotus ostreatus* sur la paille de blé. Il en est de même pour la paille de blé enrichi de son de blé dur. En effet, 10 jours d'incubation ont été suffisants pour cette première phase. Cependant, sur la paille d'orge la croissance du mycélium a pris beaucoup plus de temps, plus de 3-4 semaines pour toutes les souches (Fig. 45).

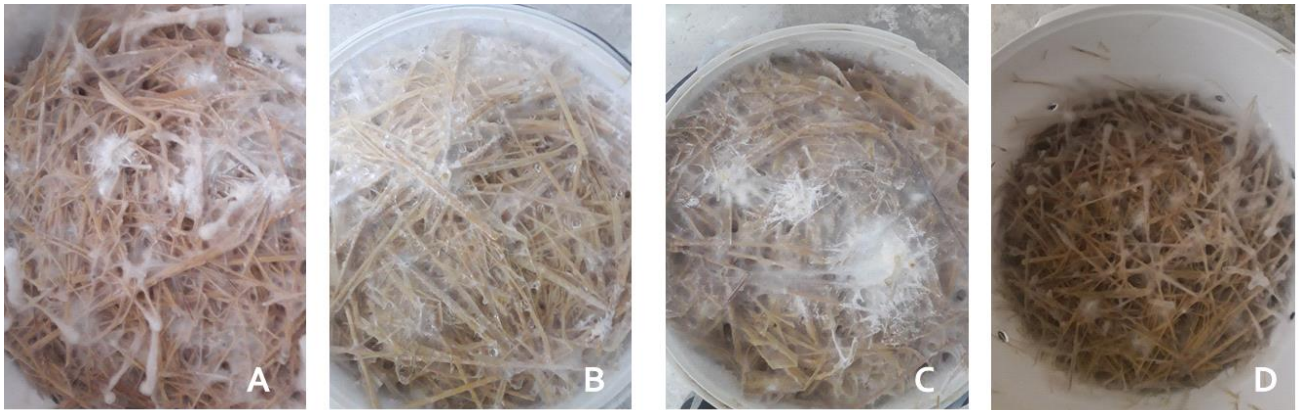


Figure 45 : Développement du mycélium de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances sur la paille. A : Algérie –B : France –C : Espagne- sur la paille de blé- D : Sur la paille d'orge (original).

La deuxième étape a été menée dans une chambre froide entre 12 et 16°C, un choc thermique est nécessaire pour la fructification des champignons. Elle dure généralement 7 jours pour les trois souches de *Pleurotus ostreatus* sur la paille de blé, 5 jours pour la paille de blé enrichie avec le son rouge de blé dur. Sur la paille d'orge les souches ont pris 9 à 10 jours pour fructifier (Tab. 3).

Tableau 3 : Vitesse de fructification en jours des souches de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances sur les différents substrats

Souches / Substrat	Algérie	France	Europe
Paille de blé	7	7	7
Paille de blé enrichie avec le son de blé dur	5	6	5
Paille d'orge	10	9	10

Le tableau 4 ainsi que la figure 46, montre que la fructification des trois souches sur la paille de blé évolue de la même manière. Ainsi dès le premier jour, les fruits sont sortis des trous (Fig. 47) et ont pris du volume pour arriver à la maturité au bout de 7 jours où nous avons procédé à la cueillette.

Tableau 4 : Evolution des dimensions (cm) des fruits en fonction du temps lors de la fructification des souches de *Pleurotus Ostreatus* de différentes provenances sur la paille de blé

Provenance \ Jours	Algérie	France	Espagne
1	1	1	1
2	2	2	2
3	4	5	4
4	8	8	7
5	11	12	10
6	14	15	14
7	20	20	19

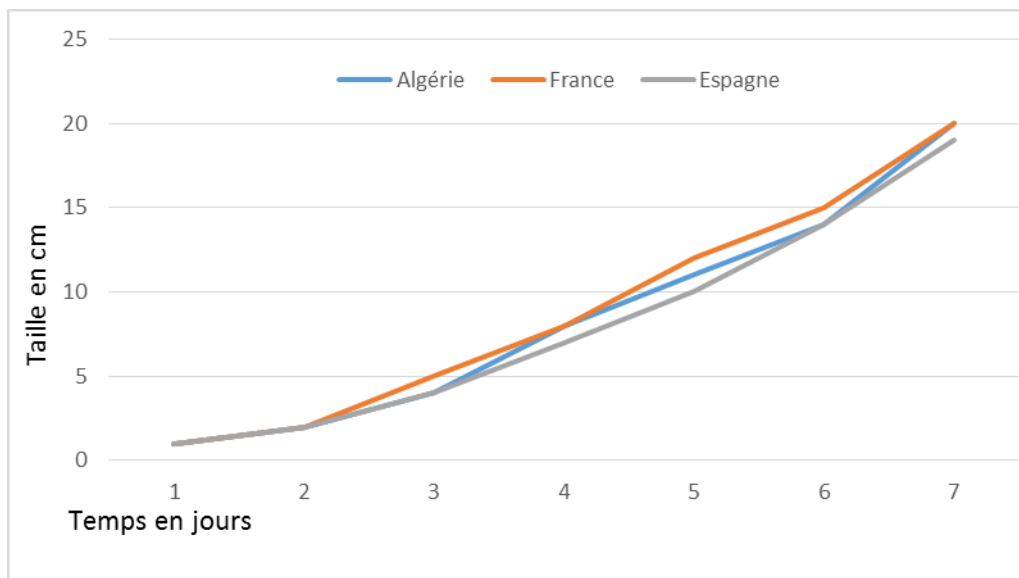


Figure 46 : Evolution des dimensions (cm) des fruits en fonction du temps pendant la fructification des souches de *Pleurotus Ostreatus* de différentes provenances sur la paille de blé.

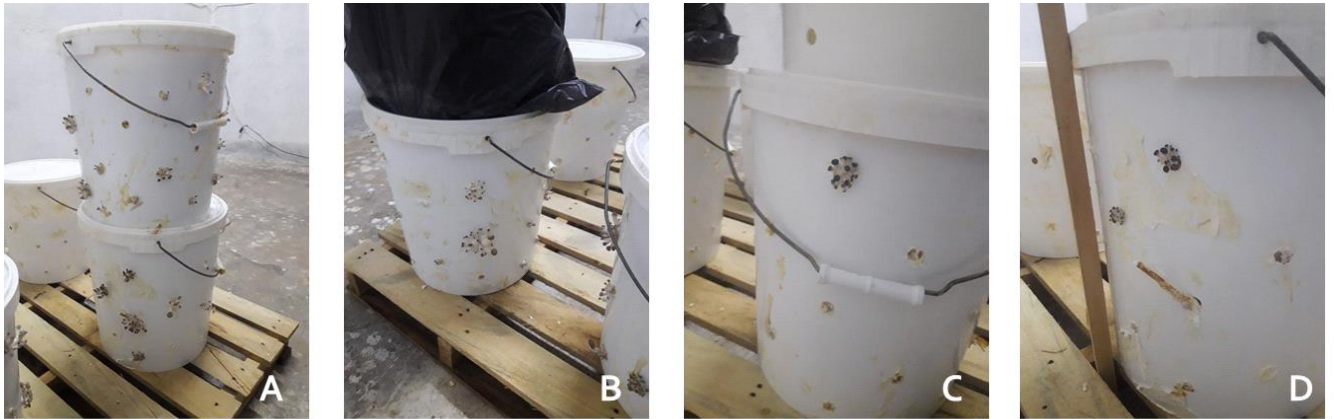


Figure 47 : Fructification de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances : A (Algérie) –B (France) –C (Espagne) sur la paille de blé- D : Sur la paille d’orge (Original).

IV-4- Rendement des cultures

Nous avons réalisé 3 récoltes, espacées de 7 à 14 jours, des cultures de *Pleurotus ostreatus* sur les différents substrats. La quatrième récolte étant très faible en rendement, elle ne mérite pas un intérêt particulier sur le plan économique. En effet, plus les récoltes passent, moins elles sont importantes. En fonction des paramètres de culture (humidité, température, luminosité), la quantité récoltée peut varier de manière significative. Pour toutes les souches cultivées sur la paille, le rendement variait de 25 à 27% du poids du compost utilisé alors qu’il augmente sensiblement par addition du son de blé dur jusqu’à 34%. Le rendement des cultures sur la paille d’orge est faible 17 et 18% (Tab. 5).

Tableau 5 : Rendement (%) des cultures de *Pleurotus ostreatus* des différentes provenances sur différents substrats.

Provenances	Algérie			France			Espagne		
	Paille blé	Paille blé + son	Paille orge	Paille blé	Paille blé + son	Paille orge	Paille blé	Paille blé + son	Paille orge
1 ^{ère} récolte	12	14	9	12	14	10	13	15	9
2 ^{ème} récolte	8	12	5	8	11	5	9	10	6
3 ^{ème} récolte	5	7	3	6	8	2	5	7	3
Total %	25	33	17	26	34	17	27	32	18

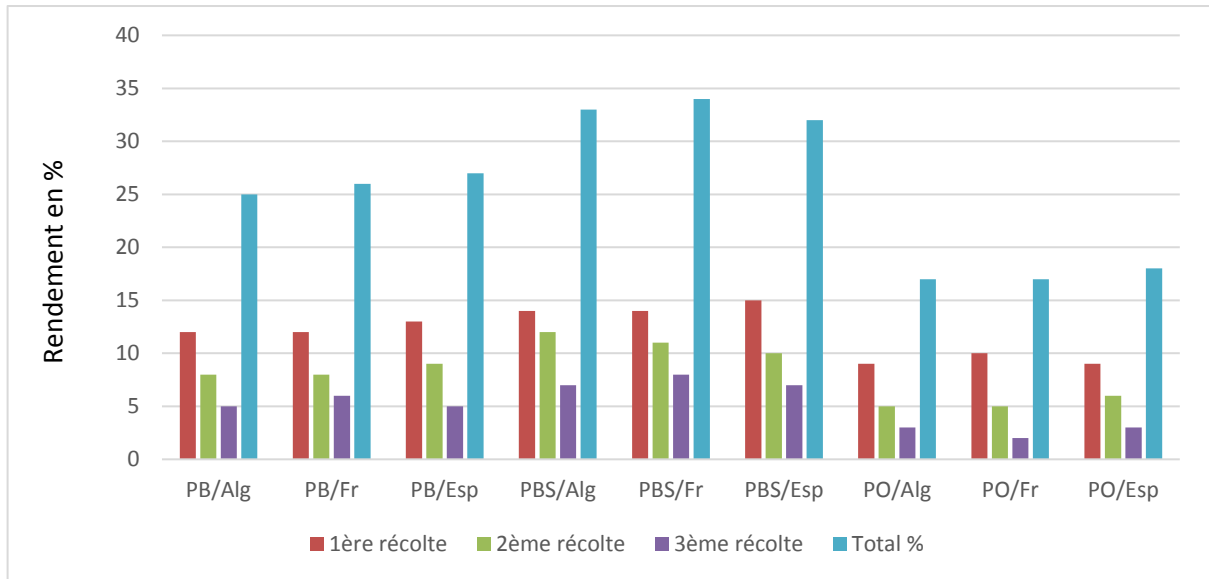


Figure 48 : Rendement des cultures de *Pleurotus ostreatus* des trois provenances sur différents substrats (PB : Paille de blé- PBS : paille de blé enrichie par le son de blé dur- PO : Paille orge- Alg : Algérie- Fr : France- Esp : Espagne).

La figure 48, nous montre clairement l'influence de la composition du compost sur le rendement du *Pleurotus ostreatus* quel que soit son origine. La paille d'orge constitue un milieu très peu productif de champignons contrairement au mélange paille de blé et son de blé dur. Les champignons étant des êtres vivants hétérotrophes, ils ont besoin de plusieurs composants contenus dans le compost pour pouvoir croître et se multiplier. Ils utilisent toutes les matières qu'elles soient simples (sucres simples, acides aminées,...) ou complexes (amidon, cellulose, protéines,...). Les matières simples sont absorbées directement par la paroi cellulaire des hyphes mycéliens. Les plus grosses molécules doivent préalablement être fractionnées par d'autres organismes ou par le mycélium grâce à une digestion extracellulaire réalisée par des enzymes excrétés par la cellule fongique. Une fois que la molécule est coupée en morceaux suffisamment petits par ces enzymes, les fractions pénètrent dans les hyphes et sont transformées en molécules indispensables à la vie du champignon par d'autres enzymes agissant à l'intérieur des cellules. Ainsi, la paille à elle seule ne peut fournir tous les éléments nécessaires à la croissance rapide des champignons. En effet, la composition chimique de la paille ne suffit pas pour avoir des rendements importants surtout la paille d'orge moins riche en éléments comparée à celle du blé (Boudouma, 2008). Cependant en additionnant le son de blé dur, riche en matières minérales dont le calcium et le Phosphore (Abdani et Bakhti, 2017), le rendement est amélioré. Les suppléments sont des additifs qui augmentent les

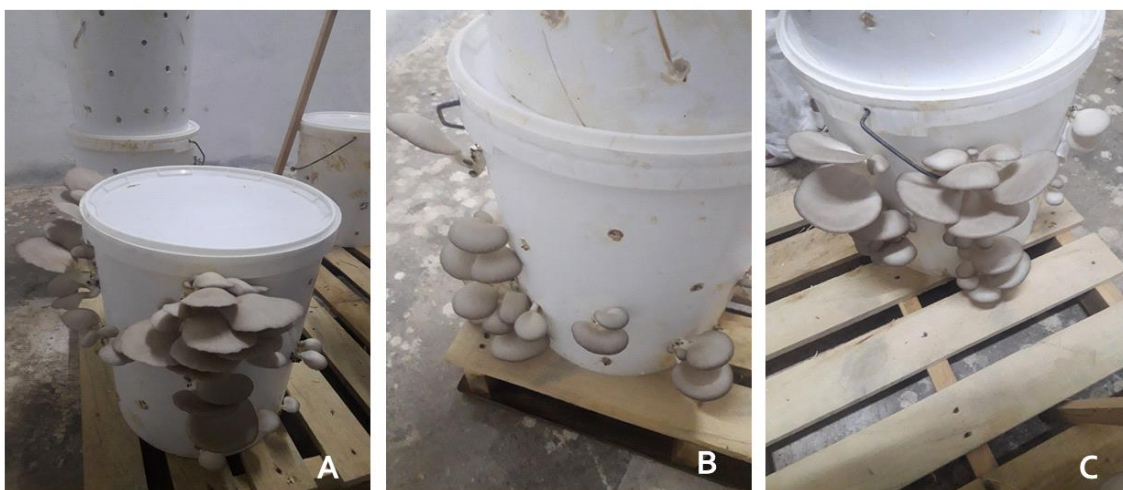
rendements en apportant des nutriments spécifiques pour la croissance du mycélium (Webmaster, 2019).

IV-5- Caractéristiques des fructifications

La figure 49 montre l'aspect des fructifications de *Pleurotus ostreatus* des 3 provenances sur deux substrats de pailles (blé et orge). Les 3 souches présentent les mêmes caractéristiques sur le même substrat. Sur la paille de blé les champignons ont plutôt une couleur beige, de taille plus grande et facilement cassable. La culture sur la paille d'orge donne des Pleurotes plus petites, de couleur grise et d'un aspect caoutchouteux et brillant (Fig. 49).



Culture sur la paille de blé



Culture sur la paille d'orge

Provenance: Algérie	France	Espagne
---------------------	--------	---------

Figure 49 : Aspect des fructifications de *Pleurotus ostreatus* de différentes provenances sur différents substrats (Original).

Dimensions des fruits

Les mesures des fruits ont été prises aux Pleurotes des 3 provenances cultivées uniquement sur la paille de blé. Ainsi nous avons mesuré la longueur et la largeur de 100 « feuilles » de chaque souche. Nous avons classé les feuilles en :

- Pour les longueurs : - Petite (< 59mm), Moyenne (60- 80mm), Grande (> 81mm).
- Pour les largeurs : - Petite (< 59mm), Moyenne (60- 80mm), Grande (> 81mm)

Les résultats de la figure 50, montrent que les dimensions des 3 types de Pleurotes ne diffèrent pas beaucoup. Pour les largeurs, la catégorie des feuilles moyennes est dominante avec un taux de 50% alors que celle des grandes avoisine les 15%. Les petites largeurs représentent environ 35%. Pour les longueurs, ce sont les petites catégories qui dominent dépassant largement la moitié des feuilles suivies des grandes avec un taux moyen de 32% alors que les longueurs moyennes sont moins représentées avec environ 15%.

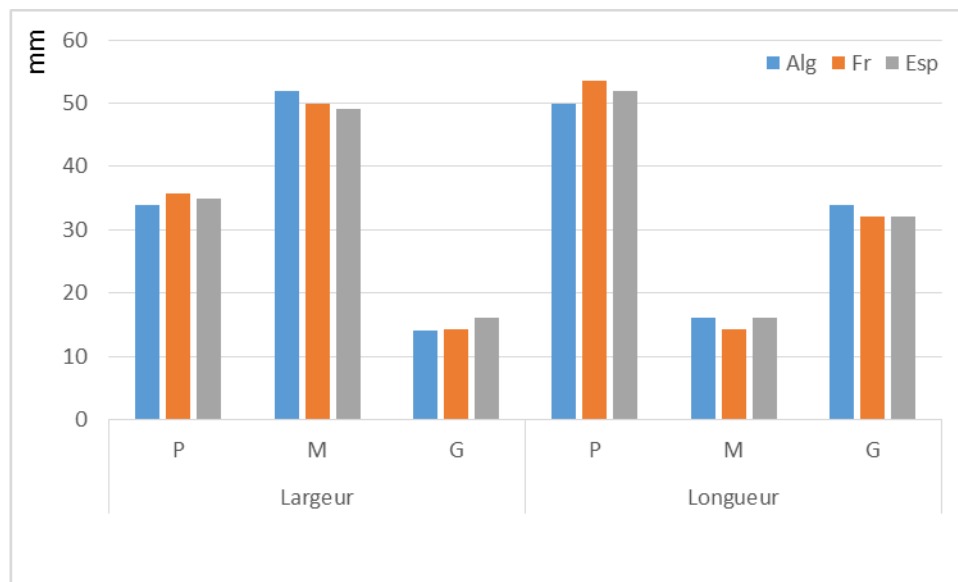


Figure 50 : Catégories des feuilles de *Pleurotus ostreatus* des trois provenances cultivés sur la paille de blé (P : petite- M : moyenne- G : grande).

*Conclusion
et
Perspectives*

Conclusion et Perspectives

L'objectif poursuivi par cette étude était de déterminer les meilleurs substrats qu'on pourrait utiliser pour produire les semences et les fruits de *Pleurotus ostreatus*. Pour cela nous avons testé des souches de Pleurotes en huitre de trois provenances (Algérie, France et Espagne). Pour les semences, trois grains de céréales ont été testés (blé, orge et avoine). Les cultures ont été réalisées sur trois substrats à base de paille de céréales (blé, orge et paille de blé enrichie de son de blé dur).

Les résultats obtenus ont montré que la culture des tissus sur milieu PDA s'est bien développée pour la souche achetée sur le marché Algérien du fait que son utilisation s'est faite immédiatement après l'achat alors que celles achetées sur le marché Français et Espagnol ont pris plus de temps pour envahir la boîte de Petri puisqu'elles ont été conservées à basse température pendant une semaine. De ce fait, en vue de reproduire le mycélium à partir du tissu, l'utilisation d'un champignon frais est conseillée.

Les résultats de la production de spawn, à partir des cultures sur milieu microbiologique PDA, sur trois types de graines de céréales à savoir le blé, l'orge et l'avoine, ont montré que les graines d'orge sont plus adaptées à la production des semences de Pleurotes quel que soit leurs origines suivies des graines d'avoine. Les graines de blé se sont révélées être les moins efficaces. Ainsi pour la production de spawn de *Pleurotus ostreatus*, l'utilisation des grains d'orge économiserait plus de temps sur le plan économique.

L'utilisation de la sciure de bois d'œuvre récupérée chez un menuisier a pris beaucoup de temps avec un envahissement partiel du milieu. L'utilisation d'un autre type de sciure à partir d'arbre de chêne, serait plus convenable.

La production des fruits de *Pleurotus ostreatus*, des différentes provenances, sur trois substrats à base de paille, à savoir la paille de blé, la paille d'orge et la paille de blé enrichie de son de blé dur, a montré que les substrats enrichis sont plus adaptés à la production des Pleurotes. Ainsi, l'utilisation des déchets agricoles composés est recommandée pour un meilleur rendement et une rapidité dans la production.

Les trois souches de pleurotes se sont comportées d'une manière similaire durant toutes les étapes de production des semences et celles des fruits. Une fois les tissus se sont développés sur milieu microbiologique, le développement du mycélium des différentes souches était similaire. Ce qui nous laisse penser qu'elles ont la même origine.

Au terme de ce travail, nous remarquons qu'il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine.

Les recherches pourraient concerner :

- Utilisation d'autres substrats issus des déchets agro-alimentaires pour la production des Pleurotes
- Réalisation des analyses moléculaires aux souches de *Pleurotus ostreatus*, des différentes provenances et étendre la recherche sur d'autres souches d'autres pays, pour déterminer la relations entre elles.
- Utilisation d'autres types de sciure pour produire les semences et les fruits de ce type de champignons.
- Mener le même type d'étude sur d'autres champignons comestibles.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

Abdani I. et Bakhti A. 2017. Composition biochimique et nutritionnelle de différentes variétés de blé commercialisé en Algérie. Mémoire de Master en Sciences agronomiques. 52P. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem

Adebayo EA. and Oloke JK. 2017. Oyster Mushroom (*Pleurotus* Species); A Natural Functional Food. J Microbiol Biotech Food Sci / 18 : 7 (3) 254-264.

Arzani K. et Boussioud C. 2018. La multiplication de *Pleurotus ostreatus* sur différents substrats cellulosiques issus de déchets agro-alimentaire. Mémoire de Master en Mycologie et biotechnologie des fongiques. 84P Université des Frères Mentouri Constantine.

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. Collection didactique. Ed. IRD, France, 252 p.

Balzeau K. et Joly P., 2014. À la recherche des champignons. 2e édition. Dunod, 2011, 2014, 5 rue Laromiguière, 75005 Paris. www.dunod.com. ISBN 978-2-10-071798-9

Barr DJS. 1980. An outline for the reclassification of the Chytridiales, and for a new order, the Spizellomycetales. Can J Bot 58:2380–2394

Barr DJS. 1990. Phylum Chytridiomycota. In: Margulis L, Corliss JO, Melkonian M, Chapman DJ, eds. Handbook of Protoctista. Boston: Jones & Bartlett. p 454–466.

Barr DJS. 1992. Evolution and kingdoms of organisms from the perspective of a mycologist. Mycologia 84: 1–11

Barr DJS. 2001. Chytridiomycota. In: McLaughlin DJ, McLaughlin EG, Lemke PA, eds. The Mycota. Vol. 7A. New York: Springer-Verlag. p 93–112.

Barros L., Baptista P., Correia DM., Casal S., Oliveira B. et Ferreira ICFR. 2007. Fatty acid and sugar compositions and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. Food Chem., p105, 140-145.

Bartnicki-Garcia S. 1970. Cell wall composition and other biochemical markers in fungal phylogeny. In: Harborne JB, ed. Phytochemical Phylogeny. London: Academic Press. p 81–103

- Berger L., Speare R., Daszak P., Green DE., Cunningham AA., Goggin CL., Slocombe R., Ragan MA., Hyatt AD., McDonald KR., Hines HB., Lips KR., Marantelli G. et Parkes H. 1998.** Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rain forests of Australia and Central America. *Proc Nat Acad Sci USA* 95:9031–9036.
- Bobek P., Ozdin L. et Galbavy S. 1998.** Dose and time dependent hypocholesterolemic effect of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in rats. *Nutrition* -14(3):282-6.
- Bonatti M. 2004.** Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry*, 88, 425-428.
- Breuil M. 2009.** Biologie, 2^{ème} année BCPST-VETO. Eds. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 818 p.
- Boudouma D. 2008.** Valorisation du son de blé en alimentation des volailles. Thèse d'état en sciences agronomiques, ENSA, Alger.
- Cardoso JCP., Demenjour PLMM. and Paz MF. 2013.** Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em bagaço de bociuva e de cana-de-açúcar pela técnica jun-cao. *Evidência*, 13, 31-40.
- Chang ST. and Miles PG. 1992.** Mushroom Biology—a new discipline. *The Mycologist* 6, 64-65.
- Chang ST. and Miles PG. 2004.** Mushrooms: cultivation, nutrition value, medicinal effect, and environmental impact (2nd ed.) Florida, USA : CRC Press.
- Clesse B. 2011.** La biodiversité fongique. L'Érable : revue trimestrielle de la Société royale Cercles des Naturalistes de Belgique asbl. 3^{ème} trimestre, Belgique, pp. 1-12.
- Demers S. 2015.** Champignons : les techniques de production en forêt. Coopérative de solidarité Cultur Innov. Les journées d'horticulture et des grandes cultures.
- Eyi Ndong H., Degreef J. and De Kesel A. 2011.** Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale. Taxonomie et identification. *Abc Taxa* 10, Samyn Y., Vanden Spiegel D., Degreef J. Eds., 254 p.
- FAO. 1998a.** Principales productos forestales no murderers en Chile by J. Campos. Santiago, Chile.

Forster H., Coffey MD., Elwood H. and Sogin ML. 1990. Sequence analysis of the small subunit ribosomal RNAs of three zoosporic fungi and implications for fungal evolution. *Mycologia* 82:306–312.

Gévry MF. 2010. Étude des facteurs environnementaux déterminant la répartition de champignons forestiers comestibles en Gaspésie, Québec. Mém. Maîtrise, Univ. Québec, Canada, 82 p.

Gévry MF., Simard D. and Roy G. 2009. Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. Bibliothèque et Archives, Canada, 67 p.

Gévry MF. 2011. Évaluation du potentiel en champignons forestiers comestibles au Lac Saint-Jean. Rapport final. Québec, 55 p.

Hawksworth DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycol. Res.*, 95: 641-655.

Hawksworth DL. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.*, 105: 1422-1432.

Heffner JM. 2019. Passion champignons. Ed. *Mycologia*34. 152p

Hibbett DS., Binder M., Bischoff JF., Blackwell M., Cannon PF., Eriksson OE., Huhndorf S., James TY., Kirk PM., Lücking R., Thorsten Lumbsch H., Lutzoni F., Matheny PB., Mclaughlin DJ., Powell MJ., Redhead S., Schoch CL., Spatafora JW., Stalpers JA., Vilgalys R., Aime MC., Aptroot A., Bauer R., Begerow D., Benny GL., Castlebury LA., Crous PW., Dai YC., Gams W., Geiser DM., Griffith GW., Gueidan C., Hawksworth DL., Hestmark G., Hosaka K., Humber RA., Hyde KD., Ironside JE., Kõljalg U., Kurtzman CP., Larsson KH., Lichtwardt R., Longcore J., Miądlikowska J., Miller A., Moncalvo JM., Mozley-Standridge S., Oberwinkler F., Parmasto E., Reeb V., Rogers JD., Roux C., Ryvarden L., Sampaio JP., Schüßler A., Sugiyama J., Thorn RG., Tibell L., Untereiner WA., Walker C., Wang Z., Weir A., Weiss M., White MM., Winka K., Yao YJ. et Zhang N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* (III), 509-547.

Hossain S. and Hashimoto M. 2003. Dietary mushroom (*Pleurotus ostreatus*) ameliorates atherogenic lipid in hypercholesterolaemic rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol* July; 30 (7):470-

James NgW., Cho WC and Sze DMY. 2016. The Use of Medicinal Mushroom or Herb as Effective Immunomodulatory Agent. *Herb Med.* 2016, 2:1.3

Labré R. et Therrien F. 2009. Formes des champignons Agaricoïdes - <http://myam-at.ca/wp-content/uploads/2016/05/FormesChampiAgari.pdf>. Le blogue Mycoquébec. Consulté le 01/06/2020.

Lichtwardt RW. 1986. The Trichomycetes. Fungal associates of arthropods. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Longcore JE., Pessier AP. and Nichols DK. 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to amphibians. *Mycologia* 91:219–227.

Lüttge U., Kluge M. and Bauer G. 2002. Botanique. 3^{ème} éd. Eds. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 604 p.

Maffert J. 2013. Eléments de Mycologie microscopique https://www.siteany78.org/IMG/pdf/mycologie_microscopique.pdf

Manohar V., Talpur NA., Echard BW., Lieberman S. and Preuss HG. 2002. Effects of a water-soluble extract of maitake mushroom on circulating glucose/insulin concentrations in KK mice. *Diabetes Obes Metab* 4(1):43–48

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

Oehl F., Sieverding E., Palenzuela J., Ineichen K. and Silvam G. 2011. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification IMA FUNGUS · Volume 2 · NO 2: 191–199.

Oei P. 2005. Agrodok 40 Small scale mushroom cultivation. Oyster, Shiitake and Wood ear mushrooms. Translated by Ninette de Zylva. Wageningen, The Netherlands: Agromisa Foundation and CTA.

Pirot P. 2006. Association Mitsinjo Andasibe, Madagascar. Série Biodiversité d'Andasibe-Périnet (Madagascar) N° 1. Olatra Champignons avec la collaboration de : Tô Ramaherinjatovo Editeur de Série : Rainer Dolch.

<https://www.olatra.com/les-principaux-groupes/>

- Pokhrel CP., Kalyan N., Budathoki U. and Yadav RKP. 2013.** Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* using different agricultural residues. International Journal of Agricultural Policy and Research, 1, 019-023.
- Powell MJ. 1993.** Looking at mycology with a Janus face: a glimpse of Chytridiomycetes active in the environment. Mycologia 85:1–20.
- Ramos C., Sapata M., Ferreira A., Andrada L. and Candeias M. 2011.** Production of three species of *Pleurotus* mushrooms and quality evaluation in modified atmosphere. Revista de Ciências Agrárias, 34, 57-64.
- Rapier S. and Fons F. 2006.** La classification des champignons Annales S.H.H.N.H., 146, 4
- Raven PH., Johnson GJ., Mason KA., Losos JB. and Singer SS. 2011.** Biologie. 2^{ème} édition. Ed. De Boeck, Bruxelles, 1406p.
- Reis FS., Barros L., Martins A. and Ferreira ICFR. 2012.** Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. Food Chem. Toxicol., p50, 191-197.
- Roger P. 1981.** Les champignons. Eds. Solar pour la traduction française, Paris, 288 p.
- Romagnesi H. 1995.** Atlas des champignons d'Europe. Ed. Bordas, Paris, 290 p
- Samyn Y., Vanden Spiegel D., Degreef J. and Van Goethem J. 2008.** Abc Taxa. A new series of manuals dedicated to capacity building in taxonomy and collection management. EDIT Newsletter 7 : 11.
- Schüler A., Schwarzott D. and Walker C. 2001.** A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. The British Mycological Society 105 (12): 1413-1421. International Journal of Food Science and Nutrition.
- Soko DF., Kotchi V., Boye MAD, Yao KG. and AKE S. 2018.** Influence of substrate formulation and *Pleurotus* spawn age on the growth and carpophore production in the locality of Allokoua (Côte d'Ivoire) Volume 3; Issue 6; November 2018; Page No. 151-156. ISSN: 2455-4898.
- Sulman M., Sana M., Umair and Jawad H. 2011.** Oyster Mushroom Farming, University of Central Punjab. pp. 6-12

Wasser Sp. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 60:256-274

Webmaster 2019 : Agriculture Durable En Afrique- Comment cultiver les pleurotes en utilisant des substrats disponibles. <https://www.agriculture-afrique.com/comment-cultiver-pleurotes-pleurotus-ostreatus-utilisant-substrats-disponibles/>

Willcox JK. Ash SL. and Catignani GL. 2004. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Crit Rev Food Sci Nutr* ; 44(4):275-95.

Les sites web

Web1: https://www.google.com/search?q=champignon+avec+mycelium&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwim1PHryf7pAhVLJhoKHS98Bz0Q_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=657#imgrc=fHCbP-2qZFBvtM

Web2: <https://www.istockphoto.com/fr/photo/myc%C3%A9lium-champignon-sur-panneau-de-bois-humide-fibroporia-syn-gm1140460117-305197413>

Web 3: <http://leschampignons.fr/champignons/pr%E9sentation/pieds.htm>

Web4: <https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcTqfL0Q9s9nJr7wyS9Zr m-HgUGF0Ckce0-iPGOCIKkOdDP1AxQc&usqp=CAU>

Web 5: <https://courses.lumenlearning.com/wm-biology2/chapter/deuteromycota/>

Web6: https://www.google.com/search?q=polypore+soufr%C3%A9&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjFyPCg7JLqAhWqyIUKHX_DAicQ_AUoAXoECBcQAw&biw=1366&bih=667#imgrc=wSEQVvGwOBoZ3M

Web7: https://www.google.com/search?q=la+girolle&rlz=1C1NHXL_frDZ841DZ868&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwie4-bT7pLqAhURnxQKHYvOBk4Q_AUoAXoECB4QAw#imgrc=dAFfYkIL2tuysM

web8: https://www.google.com/search?q=la+girolle&rlz=1C1NHXL_frDZ841DZ868&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwie4-bT7pLqAhURnxQKHYvOBk4Q_AUoAXoECB4QAw#imgrc=dAFfYkIL2tuysM

Web9: <https://crapouillot-montessori.blogspot.com/2016/11/champignon-les-differentes-parties.html?m=1>

web 10: <https://botaniex.en.made-in-china.com/product/AXLxPunYxEam/China-Reishi-Extract-Ganoderma-Lucidum-Reishi-Mushroom-Extract-Reishi.html>

web 11: <https://www.woodstockvitamins.com/products/reishi-415-90-capsules>

web12: https://www.123rf.com/photo_91581952_agaricus-bisporus-or-portobello-mushroom-on-wooden-floor.html

web13: http://www.bourgogne-nature.fr/fichiers/champignons-008-49-web-2_1406034018.pdf

web14: <https://observatoire-des-aliments.fr/environnement/lamanite-phalloide-le-plus-dangereux-des-champignons>

web15 : informations-documents.com/environnement.ecole/pleurote_en_forme_d_huitre.htm

web 16: <https://philafric.wordpress.com/2010/07/24/coree-du-sud-1993/>

web17: https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/pleurote_forme_huitre-fiche.pdf

web 18: La culture de champignons lignicoles et autres - Réseau Des Maîtres-Maraîchers Bruxellois.html. <http://www.maitre-maraicher.be/la-culture-de-champignons-lignicoles-et-autres/>

web19: La culture du pleurote sur bois - FERME DE SAINTE MARTHE.html

<https://www.fermedesaintemarthe.com/A-8816-la-culture-de-la-pleurote-sur-bois.aspx>

web20: <https://www.agriculture-afrique.com/comment-cultiver-pleurotes-pleurotus-ostreatus-utilisant-substrats-disponibles/>

web21: [https://www.lechampignon.com/LE-PLEUROTE-pleurotus_a29.html#:~:text=Culture%20du%20pleurote%20\(Pleurotus%20ostreatus\)&text=Le%20substrat%20se%20compose%20de,du%20champignon%20sera%20ainsi%20obtenue.](https://www.lechampignon.com/LE-PLEUROTE-pleurotus_a29.html#:~:text=Culture%20du%20pleurote%20(Pleurotus%20ostreatus)&text=Le%20substrat%20se%20compose%20de,du%20champignon%20sera%20ainsi%20obtenue.)

Web22:

https://www.google.com/search?q=pleurotus+eryngii&tbm=isch&ved=2ahUKEwi4zpjEhoTqAhUkgHMKHYvoDmsQ2-cCegQIABAA&oq=pleurotus+e&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgIIADIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIECAAQHjIGCAAQBRAeMgYIABAFEB5QrKkdWMu7HWDuzB1oAHAAeACAAYYDiAGVDpIBBTItMy4zmAEAoAEBqgELZ3dz

LXdpei1pbWc&sclient=img&ei=XYjnXvirJKSAzgOL0bvYBg&bih=667&biw=1366#imgrc=
=PDXS7jn1dS-jAM

Web 23:

https://www.google.com/search?q=pleurotus+columbinus&tbm=isch&ved=2ahUKEwihhqOviITqAhWO04UKHYIiBpsQ2-cCegQIABAA&oq=pleurotus+colu&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgQIABATogQIABBDOgQIABAeOgYIABAFEB46AggAOgYIABAIEB46CAgAEAUQHhATOggIABAIEB4QE1D1_x5YopsfYK-nH2gAcAB4AIABYASIAfsakgEJMi03LjIuMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWc&sclient=img&ei=SornXqG5JI6nlwSCxZjYCQ&bih=667&biw=1366#imgrc=_VEF157CktD1IM

Web24

https://www.google.com/search?q=pleurotes+jaunes&tbm=isch&ved=2ahUKEwihhqOviITqAhWO04UKHYIiBpsQ2-cCegQIABAA&oq=pleurotes+ja&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgIADIECAAQGDoeCAAQZzoECAAQHIDGgwIYmbIJYPzECWgAcAB4AIAB2QyIAek4kgERMC4xLjIuMy4zLjEuMS4xLjGYAQCgAQGqAQtnD3Mtd2l6LWltZw&sclient=img&ei=SornXqG5JI6nlwSCxZjYCQ&bih=667&biw=1366#imgrc=xo7FevlpZked2M

Web25

https://www.google.com/search?q=pleurotus+cornucopiae&tbm=isch&ved=2ahUKEwin0oDgjITqAhULZxoKHRY5ADwQ2-cCegQIABAA&oq=pleurotus+c&gs_lcp=CgNpbWcQARgAMgIADICCAAyBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB4yBggAEAgQHIDY5CJY2YEjYICXI2gAcAB4AIAB8wKIAbMYkgEHMC40LjcuMpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1n&sclient=img&ei=4o7nXqfZIIvOaZbygOAD&bih=667&biw=1366#imgrc=0r6DV2BP NwMHpM

Web 26: <https://www.alamyimages.fr/photos-images/le-pleurote-voil%C3%A9.htm>

Résumé :

Les pleurotes en huîtres sont des champignons comestibles cultivés dans le monde entier sur plusieurs substrats. Une grande variété de déchets agricoles sont disponibles en Algérie et pourraient être utilisés pour leur culture. Dans le présent travail, nous avons utilisé des souches de *Pleurotus ostreatus* de trois provenances (Algérie, France et Espagne) qui ont servi à produire le blanc sur milieu PDA. Ces derniers ont été utilisés pour la production du mycélium sur trois substrats à base de grains de céréales (blé, orge et avoine) en plus de la sciure de bois. Les semences ainsi produits ont été cultivées sur trois substrats à base de paille (paille de blé, paille d'orge et paille de blé enrichi de son de blé dur). Les résultats ont montré que les trois souches se comportaient de la même manière sur les différents milieux. Les grains d'orge et d'avoine ont été les plus adaptés au développement du mycélium. Pour les cultures, le substrat composé s'est révélé être le meilleur. La paille d'orge étant la moins rentable.

Mots clés : *Pleurotus ostreatus*- Culture- substrats- provenance

Substare : The effect of compost composition on the culture of edible mushrooms of the genus *Pleurotus*: Case of *Pleurotus ostreatus*.

Oyster mushrooms are edible fungi grown worldwide on multiple substrates. A large variety of agricultural waste is available in Algeria and could be used for its culture. In the present work, we used strains of *Pleurotus ostreatus* from three origins (Algeria, France and Spain) which were used to produce the blank on PDA medium. The latter were used to produce mycelium on three substrates based on cereal grains (wheat, barley and oats) in addition to sawdust. The spawn produced were cultivated on three straw-based substrates (wheat straw, barley straw and wheat straw enriched with durum wheat bran). The results showed that the three strains behaved in the same way on the different media. The barley and oat grains were the most suitable for the development of the mycelium. Concerning the cultures, the mixed substrate has been shown to be the best. Barley straw being the least profitable.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*- Culture- substrates- provenance

ملخص تأثير تكوين السماد على إنتاج الفطريات الصالحة للأكل من جنس

Pleurotus: حالة من *Pleurotus ostreatus*

فطر المحار هو فطر صالح للأكل ينمو حول العالم في عدة بيئات. تتوفر مجموعة متنوعة من البقايا الزراعية في الجزائر ويمكن استخدامها لإنتاجها.

في هذا العمل ، استخدمنا سلالات من

Pleurotus ostreatus من ثلاثة أصول (الجزائر وفرنسا وإسبانيا) والتي تم استخدامها لإنتاج على وسط

تم استخدامها لإنتاج الفطر على ثلاث أوساط تعتمد على الحبوب (القمح والشعير والشوفان) بالإضافة إلى نشارة الخشب. وقد تم إنتاج بياض الناتج عن ذلك على ثلاث وسائط من القش (قش القمح ، قش الشعير وقش القمح المخصب بنخالة القمح القاسي). أوضحت النتائج أن السلالات الثلاث تصرف بنفس الطريقة على الوسائط المختلفة. كانت حبوب الشعير والشوفان هي الأكثر ملاءمة لتطور الفطريات. بالنسبة لإنتاج، فقد ثبت أن الوسط المركب هو الأفضل. قش الشعير هو الأقل ربحية

منشأ-إنتاج - أوساط - *Pleurotus ostreatus*: الكلمات المفتاحية