

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département de Biologie

MEMOIRE

Présenté par

Zaoui Nour El Houda

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en Biologie

Filière sciences alimentaires

Option : **Assurance qualité et sécurité alimentaire**

Thème

Effets de l'addition des grignons d'olive dans la culture de
Pleurotus ostreatus dans la région de Tlemcen.

Soutenu le 29 septembre 2019, devant le jury composé de :

Présidente	Mme. BELHOUCINE Latéfa	M.C.A	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr. TEFIANI Choukri	M.C.A	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mlle. BARKA Fatiha	M.C.B	Université de Tlemcen

Année universitaire 2018/2019

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir donné la santé, la force et la volonté d'accomplir ce travail.

Que nos parents voient aujourd'hui leurs efforts et leurs sacrifices couronnés par ce rapport. Ils ont veillé à nous éduquer avec infiniment d'amour et d'affection. Que Dieu nous permette de leur rendre au moins une partie, aussi infime qu'elle soit, de tout ce que nous leur devons.

Je tiens tous particulièrement à adresser mes remerciements les plus vifs à mon encadreur monsieur Tefiani Choukri, enseignant à l'université de Tlemcen, pour sa disponibilité, son esprit critique et sa compréhension, et je lui suis très reconnaissante pour ses conseils, et son sérieux dans le travail.

Mes vifs remerciements s'adressent également aux membres du jury : mademoiselle l'examinatrice Barka Fatïha et madame la présidente Belhoucine latéfa d'avoir bien voulu prendre le temps d'évaluer et de juger ce travail.

Enfin je remercie toute personne ayant contribué de Près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail :

A

Ceux qui sont mon exemple de la réussite, qui m'ont donnés de l'amour, de la tendresse, du soutien et de la force, symbole de courage et de la volonté, mes très chers parents que j'ai tant aimés, eux qui ont guidé mes pas, et là aujourd'hui, je leurs doit d'être la personne que je suis devenue, que dieu les garde pour moi.

La plus chère partie de moi, la plus belle fille sur terre, mon très cher bébé Bedra Razane, source de ma volonté et de mon courage, à qui je dois beaucoup d'amour, que Dieu le garde pour moi.

Mon cher mari Adlen

Ma très cher sœur Meryem

Ma belle-famille plus particulièrement (Nihed) et son mari

Boumediene, Sanaa et ses enfants.

Mes oncles et leurs femmes, mes tantes, mes cousins et toute ma famille.

Je ne peux oublier de remercier chaleureusement mes très chères amies et collègues Sousou, tamtam et Meryem. Ainsi que, tous mes amis (es) pour leur soutien, leur aide et leur présence et toute la promotion universitaire 2018/2019.

**VALORISATION DE GRIGNON D'OLIVE PAR LA CULTURE DE
CHAMPIGNON COMESTIBLE : *Pleurotus ostreatus***

Résumé:

Les grignons d'olives sont des sous produits lignocellulosiques générés de l'industrie oléicole (huilerie), leurs disponibilités en quantité importante est d'une durée déterminée dans l'année, cette période s'étend de décembre à mai (lors de la trituration des olives). L'objectif principal de cette thèse est de valoriser ces résidus par la culture de champignons comestibles. La technique de culture choisie est la culture en sacs. La température d'incubation a été comprise entre 25 et 28°C alors que celle de fructification a été de 21°C associée à une humidité relative de 70 à 85%. Les premiers carpophores sont obtenus dans le mélange de paille de blé aux grignons d'olive (à différentes proportions 5%, 10% et 25% de grignon d'olive), ce qui a révélé une amélioration sensible du rendement.

Par contre les concentrations étudiée en extraits hydro-méthanoliques des pleurotes cultivés sur différents substrats n'ont pas révélé un effet antioxydant. Cette étude montre la possibilité de valorisation du grignon d'olive pour la production d'une denrée alimentaire intéressante pour l'alimentation humaine à savoir les pleurotes.

Mots clés : Grignon d'olive - *Pleurotus ostreatus* - Valorisation – effet antioxydant.

**PROMPTION OF OLIVE POMACE BY THE CULTIVATION OF EDIBLE
MUSHROOM : *pleurotus ostreatus***

Abstract

Olive pomace are lignocellulosic by products generated from the olive industry (oil mill), their availability in large quantities is of a fixed duration in the year (during crushing of olives). The main objectives of this thesis is to volue thes residus by growing edible mushrooms. The technique of culture will be bag cultivity.

The température incubation has been understandood between 25 and 28 c° that of the fructification between 21 c° association of 70 and 87% of humidity.

The first carporphores are obtained in the mixture wheat straw olive pomace (a diffrent proporation 5%, 10% and 25%) wich revealed an imporvement sensitive of rendement. On the other hand concentration education extocts hydro-methanolic oyster mushrooms cultivated in different substart d'ont revealed an effect antioxydant. This cultivity shows the possibility of valorization the pomace d'olive for production of a foodstuff ineteressante for food humaine to know oyster mushrooms .

Keys words :

Pomace olives – Mushrooms oyster- Valorization- Edible mushrooms.

تثمين ثفل الزيتون في إنتاج

Pleurotus ostreatus فطر صالح للأكل

ملخص

ثفل الزيتون هو المنتج الثانوي من اللينوسليلوزية المتولد من زراعة الزيتون (مصانع زيت الزيتون) , المتوفرة بكميات كبيرة في مدة محددة تمتد من شهر ديسمبر إلى ماي (أثناء سحق الزيتون) . الهدف من هذه الدراسة هو تثمين هذا المخلف من خلال زراعة الفطر الصالح للأكل , التقنية من هذه الزراعة المختارة تكون بداخل أكياس.

درجة حرارة الحضانة تتراوح ما بين 25 و 28 درجة مئوية في حين إن الإثمار كانت 21 درجة مئوية المرتبطة برطوبة تتراوح ما بين 70 و 85 بالمئة.

أدت المحاصيل الأولى التي تم الحصول عليها من خليط التبن مع ثفل الزيتون إلى تحسين محصول الكربوفور إلى درجة كبيرة . من ناحية أخرى التركيز المدروسة في استخراج الهيدروميثانوليك لزراعة الفطر المحار في مختلف الركائز لم تكشف عن تأثير مضاد للأكسدة .

هذه الدراسة تدل على احتمال تثمين ثفل الزيتون لإنتاج مادة غذائية مهمة لصحة الإنسان من خلال فطر المحار .

الكلمات المفتاحية

الفطر المحار - ثفل الزيتون - تثمين - الفطر الصالح للأكل - مضادات الأكسدة

Liste des tableaux

Tableau 1 : Consommation mondiale d'huile d'olive (COI, 2010).....	05
Tableau 2 : Prévisions de production dans les zones de production potentielles.....	07
Tableau 3 : Evolution des productions et des rendements (2010/2016).....	08
Tableau 4 : Caractéristiques des grignons d'olives.....	15
Tableau 5 : La composition physique du grignon d'olive.....	16
Tableau 6 : Caractéristiques chimiques des grignons d'olive brut.....	16
Tableau 7 : Répartition de la contenance en substrats de chacun des lots constituant les sachets de culture.....	43
Tableau 8 : Le développement du fruit de champignon <i>pleurotus ostreatus</i> sur 25% de grignon d'olive.....	56
Tableau 9 : Le développement du fruit de champignon sur 100% paille.....	57

Liste des figures

Figure 1 : Répartition géographique de la production d'olives (COI, 2011).....	04
Figure 2 : Carte oléicole de l'Algérie (Boukhari, 2013).....	06
Figure 3 : Evolution de la superficie totale de l'olivier (ha) (DSA SI).....	06
Figure 4 : Composition de l'olive.....	10
Figure 5 : Les olives.....	11
Figure 6 : Margines (originale).....	12
Figure 7 : Les grignons (originale).....	13
Figure 8 : Etapes d'extraction des grignons d'olives	18
Figure 9 : Les différents composants du champignon	19
Figure 10 : Cycle de vie du champignon	21
Figure 11 : Enokitake de la chine.....	23
Figure 12 : Illustration des basidiomycètes.....	26
Figure 13 : Pleurote en forme d'huître : (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	30
Figure 14 : Les différents types de pleurotes cultivés.....	33
Figure 15 : Matériel utilisé.....	38
Figure 16 : Pasteurisation de la paille au laboratoire (photo originale).....	39
Figure 17 : épandage de la paille(photo originale)	40
Figure 18 : épandage de grignon d'olive (photo originale).....	41
Figure 19 : remplissage des sachets (photo originale).....	42
Figure 20 : inoculation du mycélium.....	44
Figure 21 : conditions d'incubation	45
Figure 22 : Envahissement du mycélium.....	46
Figure 23 : la fructification du mycélium.....	47

Figure 24 : les extraits des champignons (photo originale).....	49
Figure 25 : filtration des extraits (photo originale).....	49
Figure 26 : dilution des extraits (photo originale).....	50
Figure 27 : Réduction du radical DPPH.....	51
Figure 28 : la colonisation totale du sachet (photo originale).....	52
Figure 29 : L'évolution du mycélium sur les différents substrats.....	54
Figure 30 : Aspect du mycélium sur les grignons d'olive et la paille (photo originale).....	55
Figure 31 : les différents poids du champignon.....	58
Figure 32 : Diamètre des carpophores des champignons produits dans chaque substrat de culture.....	59
Figure 33 : Longueur des pieds des champignons produits dans chaque substrat de culture.....	60
Figure 34 : Largeur des pieds des champignons produits dans chaque substrat de culture....	61

Liste des abréviations

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne

COI : Commission de l'Océan Indien

CNTPP : Centre National des Technologies de Production Plus Propre

FAO : Organisation des Nations Unie pour l'Alimentation et l'Agriculture

TAC : Capacité Antioxydante Totale

% : Pourcentage

cm : Centimètre

g : Gramme

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale

Partie bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur l'olivier

I-Historique.....	03
I-1- Description de l'olivier	03
I-2- La production oléicole dans le monde.....	04
I-3- Production oléicole nationale (Algérie)	05
I-4- Potentiel oléicole de la wilaya de Tlemcen.....	07
I-5- Productions oléicoles de la wilayas de Tlemcen.....	08
I-6- Les principales variétés de l'olivier.....	09
II- Les sous produits de l'oléiculture en Algérie.....	09
II-1- Olive et huile d'olive.....	10
II-1-1- L'olive.....	10
II-1-2- L'huile d'olive.....	11
III- Les sous produits de l'industrie oléicole.....	12
III-1- Les Margines.....	12
III-2- Les grignons d'olive.....	13
III-2-1- Caractéristiques et composition des grignons d'olive.....	14
III-2-2- Composition physique du grignon d'olive.....	15
III-2-3- Composition chimique du grignon d'olive.....	16

III-2-4-Impacts environnementaux des grignons.....	17
III-2-5-Valorisation des grignons d'olive.....	17
Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les pleurotes	
II- Introduction.....	19
II-2- Classification systématique des champignons.....	22
II-2-1- Les champignons comestibles.....	23
II-2-2- La biologie des champignons	24
II-2-3- Mode de nutrition.....	25
II-2-4- La reproduction chez les champignons	25
II-2-5- Rôle des champignons dans la nature.....	26
II-2-6- Ecologie des champignons	27
III- La culture des champignons comestibles.....	28
III-1- Les Pleurotes en huître (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	28
III-2- Caractéristiques	29
III-3- Description des différentes parties du pleurote.....	29
III-4- Biotopes occupés par les pleurotes	30
III-5- Exigences particulières	30
III-6- Les sept meilleurs pleurotes comestibles.....	32
IV- Intérêt de ce champignon.....	33
IV-1- Propriétés médicinales.....	33
IV-2- Valeur nutritionnelle.....	34
IV-3- Paramètres de culture des pleurotes.....	34
 Partir expérimentale	
 Chapitre III : Matériel et méthodes	
III-1- Introduction.....	37

1- Matériel du laboratoire.....	37
2- Matériel végétal	38
III-2- Méthode de travail.....	39
3.1. Humidification et immersion dans l'eau chaude	39
3.2 .Remplissage des sacs.....	41
3.3. La stérilisation des sachets	43
3.4. Inoculation du mycélium.....	44
3.5. Incubation dans l'obscurité	44
3.6. Envahissement du mycélium.....	45
3.7. La fructification	46
3.8. La cueillette	48
4- Test de l'activité antioxydante.....	48
4.1 -Préparation des extraits	48
4.2- Test de piégeage du radical libre DPPH	50
4.3- Mode opératoire.....	51
Chapitre IV : Résultats et discussion	
I- Résultats	52
1- L'envahissement du blanc de mycélium	52
2- Le suivi de la croissance du mycélium.....	53
3- Les résultats du poids du fruit de champignon.....	58
4- Mensuration des carpophores des champignons.....	59
II- Etude de l'activité antioxydante.....	62
III- Discussion des résultats.....	62
Conclusion et perspectives.....	65
Références bibliographiques.....	67
Résumés	

Introduction générale

Symbole de paix, de longévité et d'immortalité, l'olivier s'est imposé en douceur sur le pourtour méditerranéen. Considéré comme « l'arbre roi » au temps des pharaons, il a séduit cette région si particulière du globe terrestre.

L'Algérie fait partie des principaux pays du bassin méditerranéen dont le climat est des plus propices à la culture de l'olivier. Elle est classée après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Tunisie, la Syrie, la Tunisie, le Maroc et l'Égypte qui sont les plus gros pays producteurs d'olive et d'huile d'olive.

Comme tous les pays du bassin méditerranéen, L'Algérie est à vocation oléicole.

L'industrie oléicole, génère chaque année et sur une période limitée dans le temps ne dépassant pas les 5 mois des sous produits qui sont peu ou pas du tout valorisés, l'un sous forme liquide appelé les margines ou l'eau de végétation, l'autre solides qui est le grignon d'olive formé essentiellement de la pulpe d'olive et de noyaux broyés représentant 40% environ des olives après trituration.

Ce sous produit on déchet de la transformation de l'olive est dans la plupart des cas est brûlé aux abords des oueds, des routes.....etc. Ou éventuellement à proximité des unités de transformation (huileries) ce qui engendre des risques majeurs de pollution et des désagréments des populations riveraines.

En terme de production d'huile d'olive, elle se concentre surtout dans les pays du bassin méditerranéen, représentant 94% de la production mondiale (**Coï 2001**).

En plus de la production d'huile d'olive (vierge et de grignon) qui s'avère le produit principal recherché, d'autre sous produits ou résidus de la transformation sont extraits à savoir les margines et les grignons.

L'olivier à travers les opérations d'entretien telle que (la taille annuelle, bisannuelle de rajeunissement.....) génère des feuilles, des brindilles et du bois (**Nefzaou 1991**).

Les pays producteurs d'huile d'olive notamment ceux de la méditerranée éprouvent d'énorme problème de l'élimination des eaux usées issues de la transformation des olives (trituration) appelées margines constituées d'eau et des traces d'huile (**Benyahia & zein 2003**) ; ces margines constituent une menace sérieuse de l'environnement étant donné qu'elles contiennent en plus, du PH acide, des quantités non négligeables de matière organique et des polyphénols difficilement biodégradables (**ELKACIMI ET AL2001**)

Les grignons d'olives sont moins dangereux pour l'environnement que les margines, et sont répandus en grande quantité à travers les pays producteurs et transformateurs des olives notamment du bassin méditerranéen et ce suivant le procédé d'extraction et les équipements utilisés par les huileries (presse, super presse, chaîne continue.....). (**Chaabane et al 1997**)

En effet et selon **Mandeel et al., 2005**, la culture des champignons comestibles sur les déchets lignocellulosiques s'avère l'une des techniques de recyclage des déchets organiques le plus économiquement abordable et rentable.

Les champignons comestibles sont considérés comme source de protéines supplémentaires dans les pays en développement où leur alimentation est basée sur les céréales d'où leur recommandation par la FAO (**Islam et al., 2009**).

La valorisation et le traitement des margines sont d'une grande importance étant donné qu'elles constituent un problème environnemental et pourraient éventuellement être une source de composés bioactifs tels que les phénols, les tocophérols et les caroténoïdes pouvant être extraits et utilisés comme antioxydant naturel dans les industries cosmétiques, alimentaires et pharmaceutiques (**Aggoun et al ., 2016**).

Vu leur teneurs élevées en éléments minéraux, les margines peuvent être recommandées comme engrais et fertilisants ainsi que dans la production de biogaz.

Chapitre I

Synthèse bibliographique sur L'olivier



(Olea europea subsp. europaea)

I. Historique

Géographiquement, l'origine de l'olivier prend source en Asie du sud-ouest probablement entre l'Arménie actuelle et les sources de l'Indus où il s'est avéré des traces remontant au paléolithique supérieur (3500 -1 0000) ans avant J.C). Son introduction au niveau de l'ouest du bassin méditerranéen a été affective grâce aux populations Sémites et aux Egyptiens qui ont apporté des améliorations progressives au niveau du fruit de son ancêtre l'oléastre (Shall, 2006).

I-1- Description de l'olivier

L'olivier est cité dans le saint coran à plusieurs reprises et est considéré comme l'arbre béni. C'est un arbre sacré du paradis, son feuillage gris vert persistant en fait toute l'année l'un des plus beaux arbres. Il représente depuis l'antiquité et jusqu'à aujourd'hui un symbole de sagesse et d'échange économique et culturel pour la civilisation méditerranéenne. Cet arbre est estimé pour son fruit et son huile divine, source de lumière, jouant le rôle de guide aux hommes.

L'olivier est réputé comme symbole religieux dans les religions polythéistes. L'olivier figure parmi les arbres cultivés les plus anciens dans le monde (Kapellakis et al., 2008).

Symbole de paix, de longévité et de force (Breton et al., 2006) de par sa présence à travers les cinq continents, la culture de l'olivier est prédominante dans les pays du bassin méditerranéen avec une concentration évaluée à 98% (Sancoucy, 1984 ; Zervakis et al., 1996). En effet la présence de l'olivier est un repère très marquant des paysages méditerranéens et de leur attrait (Breton et Berville, 2012).

Par ailleurs, en 1954, Dugelay indiquait que les géographes et les botanistes partageaient les mêmes avis quant à la définition des limites botaniques et climatiques de la zone méditerranéenne par celles de l'extension donnée à l'aire de cette espèce.

La culture de l'olivier est essentiellement estimée pour son fruit qui est l'olive et son huile après trituration de ce dernier. En plus de la production oléicole, l'oléiculture joue un rôle non négligeable dans la lutte contre l'érosion, donc la préservation de l'environnement. Une multitude de variétés de l'olivier existe sur le terrain, il y a celles destinées à la consommation sous forme d'olives vertes, noires, ou violettes (confiserie) après un traitement spécifique de conservation (chimique, mécanique, fermentation...), et celles destinées à la trituration en vue de l'extraction d'huile d'olive (Dugelay, 1954).

L'huile d'olive est très prisée pour ses valeurs alimentaires et thérapeutiques très spéciale (**Dugelay, 1954**), grâce à ses qualités nutritives et à ses propriétés diététiques, elle élimine les toxines, stimule le métabolisme et réduit les risques de maladies cardiovasculaires (**Breton, 2006**), les feuilles de l'olivier sauvage ou cultivé préparées en tisane ont des propriétés anti-hyperglycémiantes et hypotensives, tandis que les polyphénols extraits des feuilles de l'olivier ont des propriétés antioxydantes (**Arab et al., 2013**).

I-2- La production oléicole dans le monde

L'oléiculture est présente dans les cinq continents, elle est prédominante dans le bassin méditerranéen avec 98% de la superficie et des arbres en production et 97% de la production totale d'olives (**Sansoucy, 2011**)

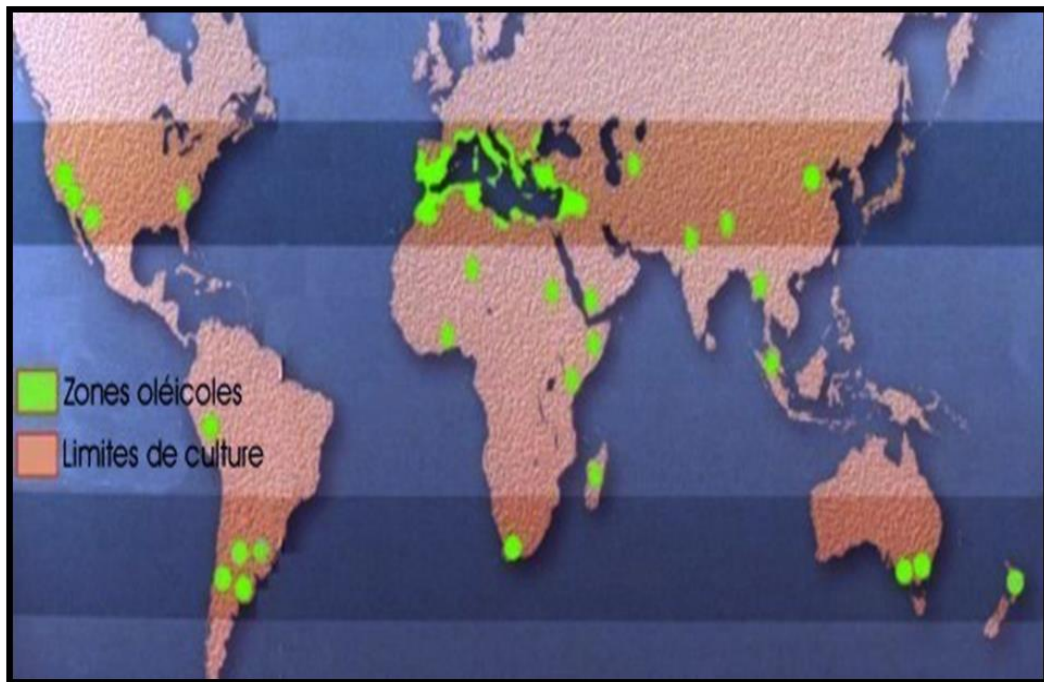


Figure 1 : Répartition géographique de la production d'olives (**COI, 2013**)

67% de la moyenne de la production mondiale des produits oléicoles est concentré au niveau des pays de l'Union Européenne essentiellement l'Espagne, l'Italie et la Grèce (**Ibert et Lamani, 2016**) ; les autres pays producteurs hors UE sont : la Turquie,(5%), la Syrie (5%), la Tunisie (4%), le Maroc(2%) ,l'Algérie (1%),la Jordanie (1%) et la Palestine (1%).

Par ailleurs, il faut préciser que la contribution de l'huile d'olive dans le marché mondial des huiles végétales alimentaires n'est que de 3% environ, sur le plan géographique elle est de

plus en plus appréciée et largement consommée pour ses qualités organoleptiques exceptionnelles notamment son goût unique, et ses bienfaits pour la santé (**Barjol, 2014**). Les producteurs potentiels de l'huile d'olive sont également les plus grands consommateurs (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Consommation mondiale d'huile d'olive 2010 (COI, 2010)

PAYS	CONSOMMATION (1000 tonnes)	CONSOMMATION MONDE en %
Italie	710	25
Espagne	560	19,7
Grèce	220	7,7
France	108,8	3,8
Portugal	74	2,6
Royaume uni	55,5	2,0
Allemagne	51,4	1,8
Etats-Unis	260	9,2
Syrie	120	4,2
Turquie	98	3,5
Maroc	70	2,5
Algérie	50	1,8
Brésil	42,5	1,5
Tunisie	35	1,2
Japon	29,5	1,0
Total monde	2839	100%

I-3- Production oléicole nationale (Algérie)

La position géographique de l'Algérie dans le bassin méditerranéen la place parmi les pays « producteurs d'huile d'olive » (**CNTPP, 2011**).

L'huile d'olive est économiquement, socialement et environnementalement importante en Algérie. Le potentiel oléicole national s'étend sur une superficie de plus de 400.000 ha représentant plus de 6.200.000 oliviers (arbres) (**Amrouni et Benmbarek ,2017**). La figure 2 représente la distribution actuelle des surfaces oléicoles à travers les différentes wilayas en Algérie.

L'Algérie est considérée donc comme l'un des premiers producteurs mondiaux d'huile d'olive, elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Tunisie, le Maroc et la Turquie (**Bensemmane, 2009**).

Durant la campagne 2009/2010, la production oléicole algérienne était de 50 000 tonnes d'huile soit 1,7% de la production mondiale (C.O.I., 2009). Alors que, la production d'huile d'olive durant la campagne 2014-2015, atteignait 200 000 tonnes (C.O.I., 2015).

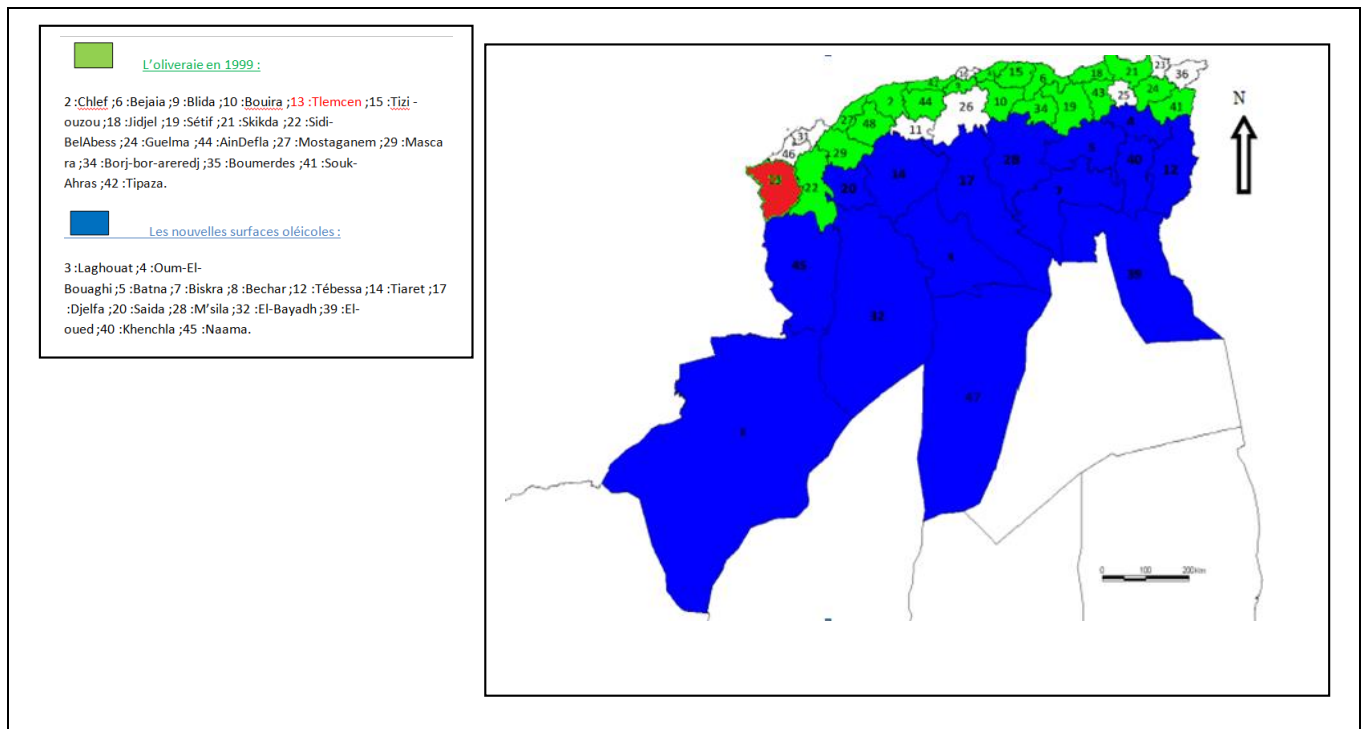


Figure 2 : Carte oléicole de l'Algérie (Boukhari, 2013)

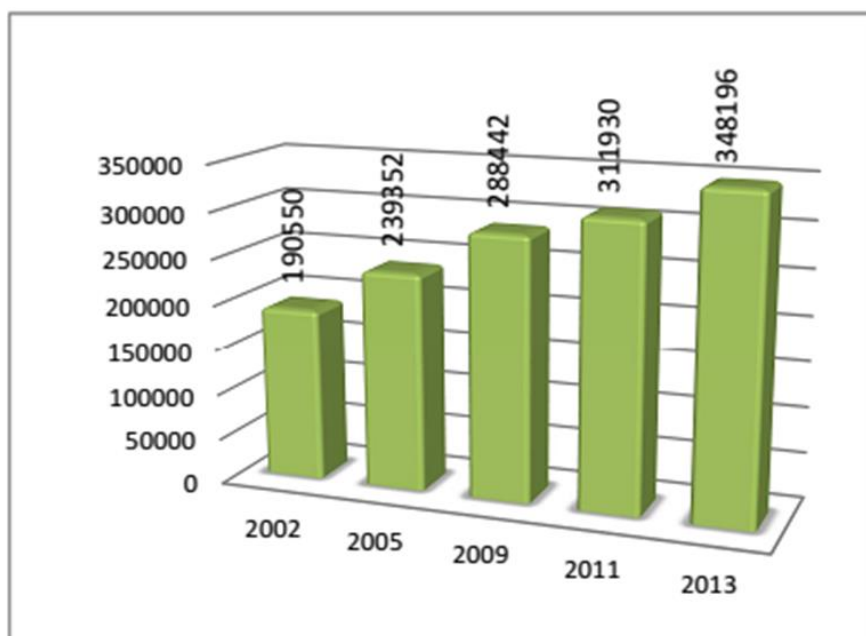


Figure 3 : Evolution de la superficie totale de l'olivier (en ha) (DSA 2017).

Plus de 50% du potentiel oléicole national est concentré au niveau des wilayas du centre notamment Bejaia , Tizi Ouzou, Bouira et des wilayas de l'Est Jijel, Sétif et Borj Bouarerij par contre, le reste du potentiel est localisé au niveau des wilayas de l'ouest notamment Tlemcen ,Mascara, et Rélizane réputés pour la production d'olive de table (confiserie) (Lamani et Ibert ,2016) .

Il faut noter que l'oléiculture au niveau national ne cesse de connaître une extension à travers les différents programmes de développement de cette filière initiés par les pouvoirs publics à partir de l'année 2000, avec la mise en place du programme de reconversion des systèmes de production au titre du PNDAR (Programme National de Développement Agricole et Rural), l'introduction de l'oléiculture est rendue possible même au niveau des zones pré sahariennes et sahariennes (Oued Souf, Biskra,...) DSA.

Tableau 2 : prévisions de production dans les zones de production potentielles (DSA, 2017).

Wilaya	Production olive à l'huile (2015/2016) (q)	Production prévisionnelle olive à l'huile (2016/2017) (q)	Variations (%)	Production l'huile d'olive (hl) (2015/2016)	Production prévisionnelle l'huile d'olive (hl) (2016/2017)	Variations
Béjaia	999 835	853 055	-15 ↓	212 896	160 954	-24 ↓
Tizi ousou	534 642	495 700	-7 ↓	100 947	89 226	-12 ↓
Jijel	319 018	330 527	4 ↑	66 758	52 444	-21 ↓
Skikda	347 780	315 140	-9 ↓	76 500	69 330	-9 ↓
Bouira	302 780	431 532	43 ↑	56 700	76 365	35 ↑
Sétif	271 320	307 358	13 ↑	58 101	60 682	4 ↑
BBA	151 451	150 100	-2 ↓	23 939	22 000	-8 ↓
Total wilayas	2927 826	2883 412	-2 ↓	595 841	531 001	-11 ↓

I-4- Potentiel oléicole de la wilaya de Tlemcen

- Superficie totale : 15312 ha avec 2.109.071 oliviers.
- Superficie en rapport (en production) : 12.000 ha avec 1.060.000 oliviers. (**Direction des services agricoles DSA –Tlemcen**).

Au niveau de la wilaya de Tlemcen, le potentiel oléicole a doublé en six (06) ans passant de 7705 ha en 2010 à 15312 ha en 2016, ce qui justifie l'importance que réserve les agriculteurs de la wilaya à cette spéculation.

Les zones potentielles sont : Maghnia, Sabra, Remchi, Ouled Mimoun, Beni Snous... (**DSA Tlemcen 2017/1018**).

I-5- Productions oléicoles de la wilayas de Tlemcen

Le bilan de la campagne oléicole 2016/2017 fait ressortir une production de :

730 000 qx d'olives dont 438 000 qx orientés vers la confiserie (olive de table), et 292 000 qx réservés à l'extraction d'huile d'olive avec une production de 52 560 Hl d'huile (**DSA Tlemcen 2016/1017**).

Tableau 3 : Evolution des productions et des rendements (DSA-Tlemcen, 2016).

Campagne	Superficie totale (ha)	Superficie en rapport (ha)	Production d'olive (qx)		Rendement olives (qx/ha)	Production d'huile (hl)	Rend huile (l/q)
			Olive de table	Olive à huile			
2010/2011	7705	5300	106100	162900	38	25400	16
2011/2012	12132	8500	60000	45000	12.35	6300	14
2012/2013	12980	10800	96200	123800	20	22300	18
2013/2014	13698	11300	202800	135200	31	20280	15
2014/2015	14308	11300	300000	250000	38	30000	15
2015/2016	14955	11300	241200	443800	50	33000	15
2016/2017 bilan	15312	12000	438000	292000	50	52560	18

I-6- Les principales variétés de l'olivier

Selon le guide des variétés oléicoles cultivées en Algérie élaboré par l'ITAFV (2009/2010), 37 variétés sont répertoriées il y a lieu de citer les plus importantes et dominantes :

■ **La sigoise** ou olive de Tlemcen appelée aussi olive de Tell ou Picholine marocaine.

On l'a rencontre de Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen. Sa zone d'extension déclinante arrive à la Mitidja. Cette variété est utilisée principalement pour la production d'olives de table en vert ou en noir est également appréciée pour la production d'huile.

■ **La Sévillane ou Gordal** d'origine Hispanique, cette variété présente de très gros fruits et se localise dans les plaines sub littorales oranaises. Cette variété est utilisée uniquement pour la production d'olives de table en vert.

■ **La Chemlal** sans doute la plus réputée en Algérie, la variété « Chemlal » est une olive à huile. son aire de distribution va à l'atlas Blidéen jusqu'au Bibans et le Guergour.

Sa grande vigueur lui permet de rentabiliser des sols maigres pour donner des huiles de qualité.

Accompagnée de « Azeradj » et « Bouchouk », dont le fruit est parfois conservé, le vaste peuplement de « Chemlal » est bordé par des variétés locales de très faibles extensions à l'instar de l' « Aguenau » des variétés du « Guergour » et celles de la Soummam. Ces variétés sont à double fin.

■ **La Rougette** de Mitidja, fréquente dans la plaine de Mitidja et sur le piémont de l'Atlas à faible altitude, c'est une variété à huile.

■ **Limli**, c'est la variété des versants montagneux de la basse vallée de Soummam jusqu'à la mer .c'est une bonne variété à huile.

■ **La Rougette et Blanquette** de Guelma : deux variétés à huile qui coexistent en mélange dans les régions de l'est du pays.

II- Les sous produits de l'oléiculture en Algérie

Selon l'**ITAFV 2010**, la production au titre de l'année 2013 était de 497,199 tonnes de sous-produits oléicoles dont 298,319 tonnes de margines (déchets liquides) et 198,880 tonnes de grignons (déchets solides). La production des sous-produits oléicoles est tributaire du volume d'olive mis en œuvre dans l'opération de trituration qui ne cesse d'évoluer d'année en année.

Les grignons des olives après avoir subi un traitement mécanique (séparation de la pulpe du noyau) rentre comme matière première dans la fabrication des aliments du bétail et notamment ceux destinés aux élevages des ruminants (bovins-ovins...) ; leur incorporation dans l'alimentation permet non seulement de réduire le cout de la production des aliments du bétail, mais également l'amélioration de la production laitière et de sa qualité (**Redjeb et al., 2011**). Le pouvoir calorifique des grignons bruts est de l'ordre de 700 Kj/Kg lesquels sont utilisés comme combustibles.

Par ailleurs, il faut rappeler qu'à partir de la pulpe de l'olive est extraite une huile appelée huile de grignon utilisée généralement dans la savonnerie (**Sebban et al., 2004**).

Compte tenu de l'importance de ces sous-produits oléicoles, à l'échelle nationale, régionale et locale, en terme quantitatif nous a incité à mener une étude sur leur valorisation dans le domaine de la culture des champignons comestibles.

II-1- Olive et huile d'olive

II-1-1- L'olive

L'olive est une drupe ovoïde ou sphérique, se compose de :

- Epicarpe (2% à 2,5% du poids de l'olive)
- Mésocarpe ou pulpe qui est la partie comestible du fruit (71,5% à 85,5%)
- Endocarpe ou noyau (17,3% à 23%)
- Amandon (2% à 5,5%) (**Nefzaoui, 1983**).

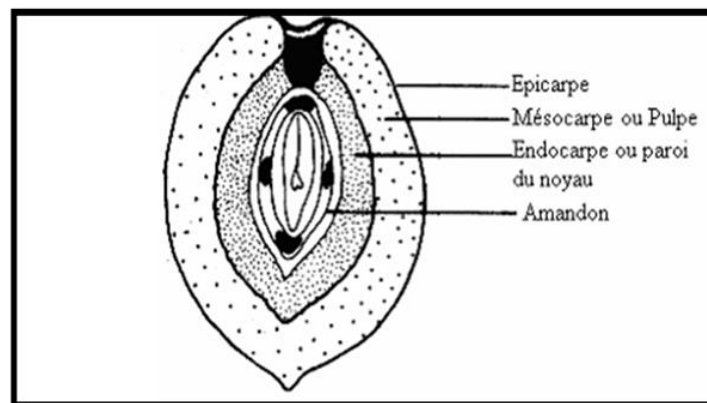


Figure 4 : Composition de l'olive (**Nefzaoui, 1983**).

L'olive à maturité est de couleur noire violacée, d'autres cultivars conservent la couleur verte à maturité. La taille du fruit (olive) est variable même sur un même arbre et dépend de la charge de fruit du cultivar, de la fertilité du sol et des disponibilités hydriques. (**Loannis, 2009**). L'olive est riche en eaux, lipides, glucides, protéines et vitamines (A,C,B₁, et E).



Figure 5 : Les olives (<http://www.eatlivelovefood.com>)

II-1-2- L'huile d'olive

Définition

Selon le **COI (2015)**, l'huile d'olive est l'huile issue de l'extraction du fruit de l'olivier (*Olea europea* L.) à l'exclusion des huiles extraites par solvant organique ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec d'autres huiles d'autre nature.

a. Huile de grignons d'olive brute

Huile dont les caractéristiques sont conformes à la norme, elle est destinée au raffinage pour la consommation humaine ou pour d'autres usages techniques.

b. L'huile de grignons d'olive raffinée

Obtenu à partir de l'huile de grignons d'olive brute par des techniques de raffinage sans modification de la structure glycéridique initiale avec une acidité libre au maximum de 0,3 grammes d'acide oléique pour 100 grammes.

c. L'huile de grignon d'olive

Elle est caractérisée par le coupage d'huile de grignon d'olive raffinée et d'huiles d'olives vierges avec une acidité libre au maximum de 1 gramme d'acide oléique pour 100 gramme.

III- Les sous produits de l'industrie oléicole

L'extraction d'huile d'olive exige d'importantes quantités de sous-produits constitués essentiellement de margines et de grignons.

III-1- Les Margines

Les margines sont des résidus liquides qui sont éliminées au cours de l'extraction d'huile d'olive (**figure 6**) par des différentes méthodes de trituration discontinues ou continues deux à trois phases. Ce liquide de couleur violacée provient des eaux de constitution des olives et des eaux de lavage lors du traitement (**Boukrana et al., 2014**).



Figure 6 : Margines d'une huilerie à chetouane (photo originale)

III-2- Les grignons d'olive

Les grignons d'olives sont des résidus solides générés de l'extraction d'huile d'olive par pression ou centrifugation et sont composés de la pulpe de l'olive et du noyau (épicarpe, mésocarpe, et endocarpe) (**Morsal et Ruiz Mendez, 2006**).

Il contient encore une certaine quantité de matières grasses et une importante quantité d'eau variable selon la variété des olives et surtout du procédé d'extraction utilisé (**La Rubia-Garcia et al., 2012; Meziane, 2013; Ferhat et al., 2014**).

En moyenne, la trituration de 100kg d'olive produit 20kg d'huile, selon les cas et en fonction des systèmes d'extraction. Il produit également les quantités suivantes :

- ◆ 40kg de grignon (taux d'humidité d'environ 50%) et plus de 40kg d'eau de végétation, si l'on utilise le système traditionnel (**Amirante et al., 1993**).
- ◆ 55kg de grignon (taux d'humidité de 50%) et plus de 100kg d'eau de végétation, si l'on utilise le système continu à trois phases (**Tamburino et al., 1999**).
- ◆ 70kg de grignon (avec une teneur en humidité de l'ordre de 60%) et jusqu'à 3,5kg de margine, si l'extraction est effectuée par les systèmes en continu à deux phases (**Di-Giovacchino, 1996**).



Figure 7 : Les grignons d'une huilerie à chetouane (photo originale)

Selon **Molina alcaide et nefzaou (1996)**, trois types de grignons peuvent être produits :

◆ **Le grignon brut**

Il est issu par l'extraction par pression de l'huile d'olive entière avec des teneurs en eau et en huile relativement élevées (respectivement 24% et 9%).

Extraction à partir des huileries utilisant le système traditionnel de presses hydrauliques et les scourtins.

◆ **Le grignon épuisé**

C'est le produit obtenu après un déshuilage du grignon brut et ce par un solvant organique tel que l'hexane pour l'obtention d'huile utilisée en savonnerie.

◆ **Le grignon partiellement dénoyauté**

Séparation partielle du noyau de la pulpe généralement par tamisage ou ventilation.

III-2-1- Caractéristiques et composition des grignons d'olive

La composition chimique des grignons varie en fonction du type, l'état, et l'origine des olives ainsi qu'au processus d'extraction de l'huile d'olive (**tableau 4**). (**Niaounakis et halvadakis, 2006**).

Les teneurs en matières azotées varient moins fortement, les teneurs en cendres sont faibles par contre les teneurs en matières grasses sont élevées et varient en fonction du processus d'extraction, les teneurs en cellulose sont élevées, la fraction pariétale des grignons est caractérisée par une teneur importante en lignine (**Nefzaou, 1991**).

Tableau 4 : caractéristiques des grignons d'olives (Niaounakis et halvadakis, 2006)

	Système à presse	Système à 3- phase	Système à 2- phase
Humidité %	27, 21 ± 1,048	50,23 ± 1,935	56,80 ± 2,188
Graisses et huiles %	8,72 ± 3,254	3,89 ± 1,449	4,65 ± 1,736
Protéines %	4,77 ± 0,024	3,43 ± 0,017	2,87 ± 0,014
Sucre totaux %	1,38 ± 0,016	0,99 ± 0,012	0,38 ± 0,010
Cellulose %	24,14 ± 0,283	17,37 ± 0,203	14,54 ± 0,170
Hémicellulose %	11,00 ± 0,608	7,92 ± 0,438	6,63 ± 0,366
Cendres %	2,36 ± 0,145	1,70 ± 0,105	1,42 ± 0,088
Lignine %	14,18 ± 0,291	0,21 ± 0,209	8,54 ± 0,175
Azote de kjeldahl %	0,71 ± 0,010	0,51 ± 0,007	0,43 ± 0,006
Phosphore comme P2O5%	0,07 ± 0,005	0,05 ± 0,004	0,04 ± 0,003
Composés phénoliques %	1,146 ± 0,06	0,326 ± 0,035	2,43 ± 0,15
Potassium comme K2O %	0,54 ± 0,0045	0,39 ± 0,033	0,32 ± 0,027
Calcium sous forme de Ca O %	0,61 ± 0,059	0,44± 0,043	0,37 ± 0,036
Total du carbone %	42,90 ± 3,424	29,03 ± 2,317	25,37 ± 2,025

III-2-2- Composition physique du grignon d'olive

Le grignon d'olive est constitué de la pellicule de fruit (épicarpe) et la pulpe broyée qui contenait l'huile (mésocarpe), de la coque du noyau concassé (endocarpe) et de l'amandon (la graine) écrasé (Tableau 5) (Theriez & Boule, 1970).

Tableau 5 : La composition physique du grignon d'olive (Feretti & Scalabre ,1978)

Fraction du grignon	Epicarpe + Mésocarpe	Endocarpe	Amandon	Eau	Huile Résiduelle
Pourcentage	42,30	21,20	3	25	9,5

III-2-3- Composition chimique du grignon d'olive

La composition chimique du grignon dépend de la variété de l'olivier, du degré de maturation des olives et du système employé lors de l'extraction de l'huile d'olive. (Nefzaoui, 1991).

Tableau 6 : caractéristiques chimiques des grignons d'olive brut.

Composant	Pourcentage dans le grignon				
Matière sèche (MS)(en % de matière fraîche)	75-80	70	74	-	-
Teneur en protéine brute (%MS)	5-10	-	4,66	-	-
Teneur en cellulose brute (%MS)	32-47	47,66	47,66	-	-
Cellulose (%MS)	-	-	-	33,42	34,25
Hémicellulose (%MS)	-	-	-	22,61	12,40
Lignine (%MS)	-	-	-	-	23,36
Matières grasses (%MS)	8-15	8,10	-	4,33	3,47
Matières minérales (%MS)	3-5	3,70	-	2,41	3,01
pH	-	-	5,26	-	-
Source	Nefzaoui (1983;1988)	Chaabane et al. (1997)	Oussaid-Salhi (2004)	Djadouf et al. (2011)	Chemani (2013)

III-2-4- Impacts environnementaux des grignons

Contrairement aux margines très polluants, les résidus solides (grignons) sont moins nocifs pour l'environnement, mais leur conservation pour quelques jours génère des odeurs désagréables et peuvent devenir une source de la pollution de l'air (Azbar *et al.*, 2004).

Selon (Roig *et al.*, 2006) malgré que les grignons d'olive sont moins phytotoxiques que les margines et compte tenu de leur rapport C/N élevé ,ils créent des déséquilibres importants en modifiant le cycle de l'azote dans le sol.

III-2-5- Valorisation des grignons d'olive

◆ Utilisation des grignons comme combustible

C'est un combustible de valeur calorique non négligeable (2950 Kcal/Kg) ; 60% de la chaleur est apportée par le noyau concassé ou coque ; cette dernière peut être valorisée dans l'industrie du bois (Panneaux de particules) (Nefzaou, 1991).

◆ Utilisation des grignons dans la fabrication des aliments du bétail

La pulpe de l'olive après séparation des particules du noyau concassé présente un intérêt particulier pour l'alimentation animale. Son intégration dans la formulation des aliments du bétail surtout pour les ruminants contribue à l'amélioration des couts de la production de la viande à des prix compétitifs (Chaabane *et al.*, 1997).

Vu leur richesse en matière grasse, les grignons peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité de graisses dans les produits animaux (viandes, laits...) (Nasopoulou et Zabetakis, 2013).

◆ Production de l'huile des grignons d'olive

L'huile des grignons est le résultat de traitement aux solvants (Hexane) ou d'autres techniques physiques des grignons d'olive (COI 2008).vu sa teneur élevée en acide oléique, elle est généralement orientée vers la savonnerie (Hachimi, 1990).

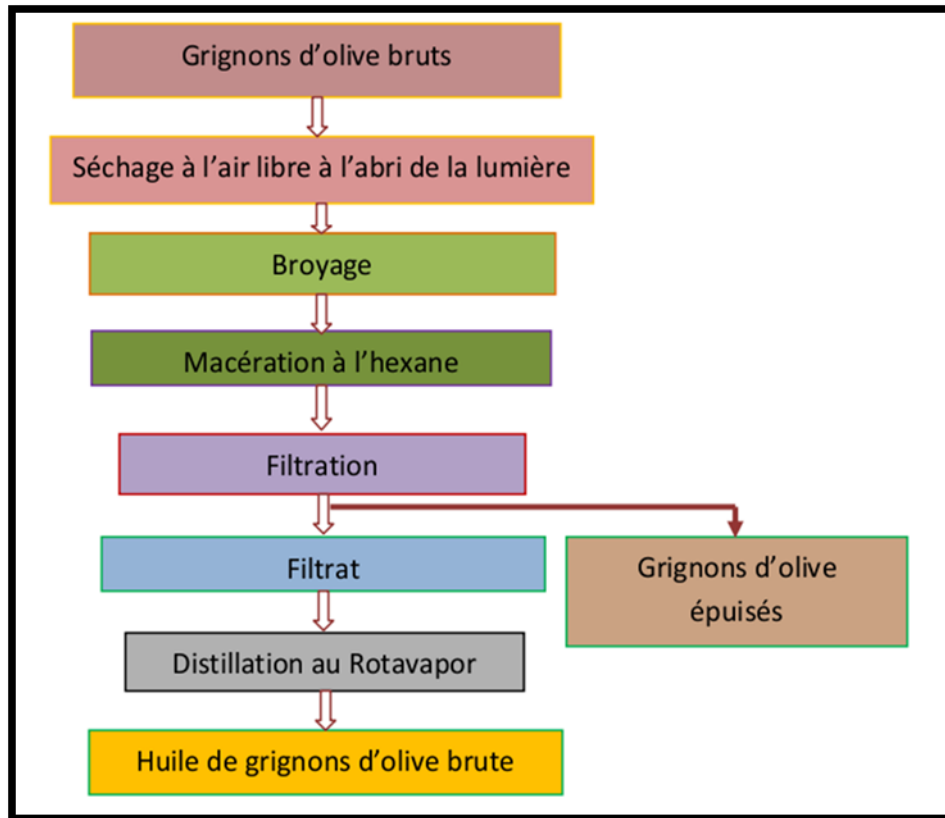


Figure 8 : Etapes d'extraction d'huile des grignons d'olives (COI 2008).

Chapitre II

Synthèse bibliographique sur les pleurotes

Pleurotus ostreatus



II-1- Introduction

La mycologie est une science relativement récente. Cependant les champignons sont apparus depuis le début de la vie sur terre il y a environ 4,5 milliards d'années et la plupart datent du Crétacé et du tertiaire, dont on peut voir les vestiges dans certains fossiles et surtout dans l'ambre (**Bouchet et al., 1999**). On dénombre actuellement plus de 400 genres issus des fossiles trouvés sur notre planète.

Les champignons constituent un monde fascinant à découvrir, que ce soit pour le simple plaisir d'apprécier la grande variété de leurs couleurs et de leurs formes, le défi de les identifier ou le délice de les savourer.

Le mot « champignon » vient du latin « *campaniolus* » (qui signifie : produit de la campagne), qui a évolué vers 1350 en « *champineul* », pour aboutir en 1398 au mot actuel. Le terme savant « mycologie », qui est la partie de la botanique qui étudie les champignons, vient du grec « *mukès* », champignon (**Pardo et al., 2001**). Appelé aussi Fungi ou Mycètes, constituent un règne à part entière, au même titre que les procaryotes, les protistes, les végétaux, les animaux. Il représente l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et joue un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes (**Mueller et al., 2007**).

L'étude de la forme des spores peut parfois être nécessaire pour discriminer une espèce. Les spores sont des structures microscopiques, comparables à la graine d'un végétal et qui assurent la reproduction de l'organisme. La partie retrouvée sous le chapeau et qui abrite les spores est l'hyménophore. De façon générale, il peut être composé de lamelles (lactaires, pholiotes), de plis (chanterelles) (**Web 1**).

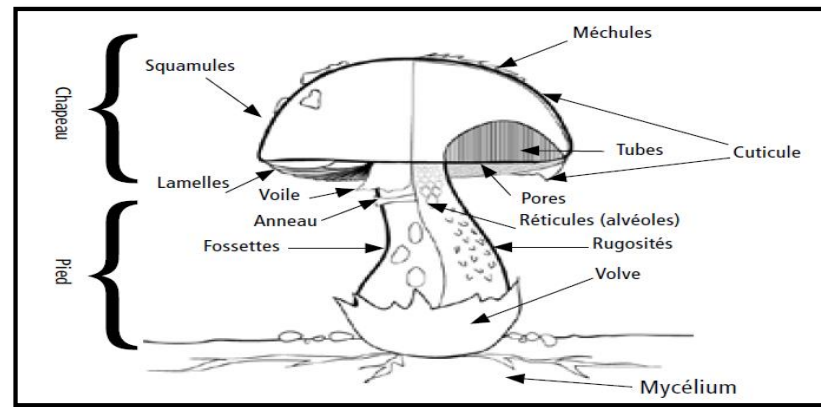


Figure 9 : Les différents composants du champignon(all-mushrooms.skyrock.com)

C'est un saprophyte, il a besoin de matière (en décomposition plus ou moins avancée) pour se développer. Ce n'est pas un animal, ce n'est pas non plus un végétal c'est un règne à part. Les cellules ont des parois comme les végétaux, mais elles n'ont pas de chloroplaste. Il est hétérotrophe et se nourrit comme un animal (**Web 2**).

Un champignon n'est pas une plante. Ils appartiennent à un règne rien qu'à eux : le règne fongique, bien distinct de celui des animaux et végétaux. On les distingue des végétaux car ils ne font pas de photosynthèse. La photosynthèse est le mécanisme permettant aux plantes de fabriquer des sucres, de l'énergie grâce au dioxyde de carbone contenu dans l'air et à l'énergie du soleil. Les champignons utilisent donc un autre procédé pour obtenir de l'énergie : ils décomposent de la matière organique afin de pouvoir l'absorber (**Reis et al., 2012**).

Les champignons que l'on peut observer (ou manger) ne sont en fait que le fruit de « véritables champignons » vivant et se développant sous terre, formant tout un réseau de filaments sous-terrain appelé mycélium (ou blanc de champignons). Le mycélium peut se développer sur des surfaces relativement importantes. Dans la nature, certains mycéliums couvrent ainsi plusieurs centaines de kilomètres carrés (**Madelin, 1994**).

Les champignons comestibles par l'homme, les lichens, les mycorhizes, les champignons parasites des arbres morts, les champignons toxiques, les moisissures, les champignons des maladies des arbres ou des plantes, tous ces champignons sont indispensables à la forêt. Leur classement est problématique. Ils ont par exemple été rangés parmi les algues, autrefois. On leur donne aujourd'hui une classe dite fongique (**Reis et al., 2012**).

En générale ils constituent un ensemble très diversifié, que l'on estime entre 2,5 et 50 millions d'espèces. Ils sont dépourvus de pigments assimilateurs de type chlorophylle et sont donc incapables de photosynthèse. Il s'agit d'organismes hétérotrophes dont la nutrition carbonée est

dépendante de la présence de matière organique préformée. Les spores produites peuvent avoir un rôle dans la dispersion de ces champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables (Madelin, 1994).

Le nombre estimé des champignons dans le monde entier est d'environ 140,000 ce qui représenterait 10 % seulement soit $\approx 14\ 000$ espèces sont connues. De nombreuses espèces fongiques ont un intérêt en nutrition et en santé humaine. Plus de 2000 espèces sont comestibles, et près de 700 espèces possèdent des propriétés pharmaceutiques intéressantes. Sur le plan nutritionnel, les champignons forestiers comestibles sont riches en protéines et en fibres, pauvres en lipides et renferment des vitamines et des oligo-éléments importants (Barros et al., 2007 ; Reis et al., 2012).

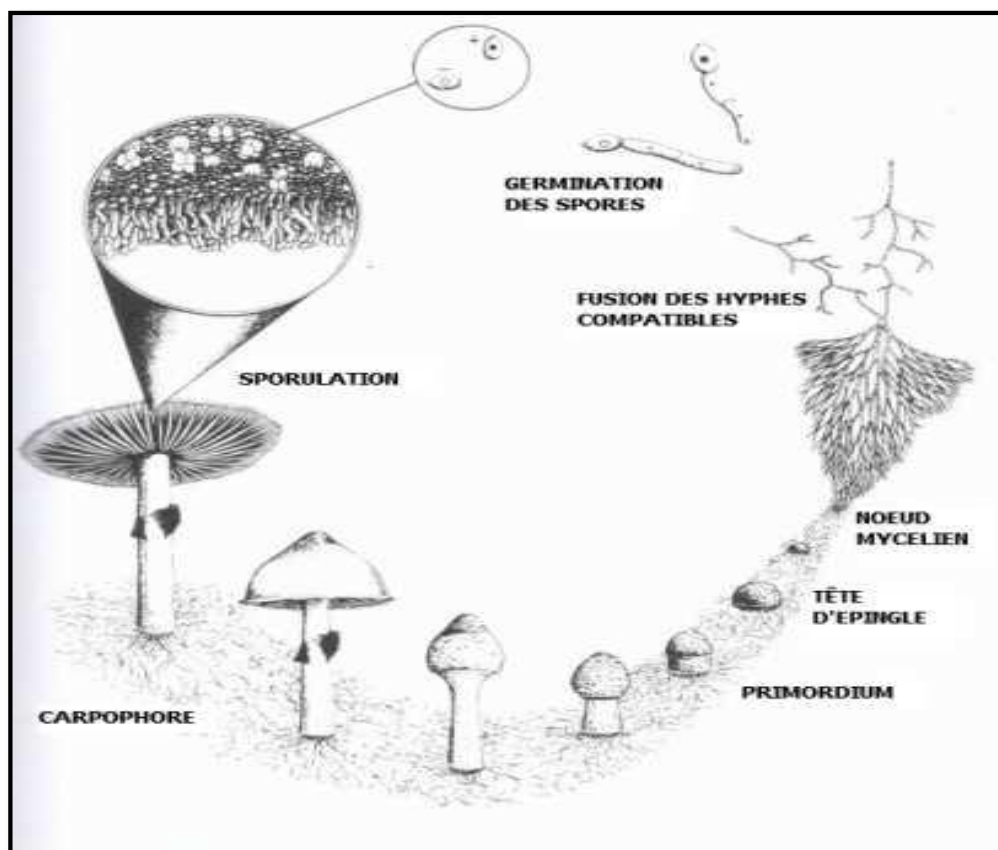


Figure 10 : Cycle de reproduction d'un champignon (Wozniak et al., 2001).

Le champignon même n'est en fait que l'organe reproducteur du mycélium, ayant comme rôle de libérer les spores. Celles-ci sont comparables aux graines chez les plantes. Mais pour se reproduire, il ne suffit pas au champignon de libérer ses spores, celles-ci doivent encore faire leurs preuves sur le terrain. Tout d'abord, les spores vont attendre d'avoir un environnement

favorable pour germer et former leurs premiers filaments, les « hyphes ». Le réseau de ces hyphes forme ce que l'on appelle le mycélium primaire. Celui-ci se développe sous nos pieds, dans le bois, partout où des spores auront trouvé les conditions idéales pour germer. Ce mycélium peut-il déjà nous donner de délicieux champignon (**Wozniak et al., 2001**).

II-2- Classification systématique des champignons

Parmi les Champignons de grande taille, quelques-uns sont comestibles (agarics, bolets, truffes, morilles). L'emploi des Champignons dans l'alimentation humaine remonte à la plus haute antiquité. La plupart des Champignons comestibles sont cueillis dans les lieux où ils croissent naturellement, le plus souvent dans les bois ou les prairies ; un seul, le Champignon de couche, est soumis à une culture régulière. Mais, à côté des Champignons comestibles, un plus grand nombre est susceptible de causer des empoisonnements qui peuvent avoir une issue fatale. Les espèces comestibles sont souvent peu différentes des espèces très vénéneuses. Comme il n'existe aucun caractère permettant de distinguer très sûrement les bons des mauvais, on ne doit consommer les Champignons des bois qu'avec la plus grande réserve, en laissant de côté toutes les espèces suspectes. On devra surtout se garder d'ajouter foi aux indications tirées de la coloration que peut prendre, au contact des mauvais Champignons, une cuillère d'argent, une bague d'or, un morceau de moelle de jonc ou un oignon. Tout cela ne relève que de la superstition.

Les Champignons forment un groupe très nombreux de plantes cryptogames. Ils ont des formes et une taille très variables, les uns microscopiques, les autres pesant plusieurs kilos. Mais ils se ressemblent tous en ce qu'ils n'ont ni feuilles ni tiges, ni racines ; ils n'ont pas non plus de chlorophylle. Ce sont des végétaux parasites, qui se développent sur les animaux ou sur les végétaux vivants, de même que sur les matières organiques en voie de décomposition. De toutes les formes, de toutes les couleurs, les champignons fascinent par leur diversité. Ils incluent dans le règne végétal, se situent parmi les Cryptogames non vasculaires, formant un thalle enfoui dans le substrat (**Otten, 1998**). La classification interne aux *Fungi*, hautement artificielle puisque fondée sur des convergences d'aspect, a rapidement été remise en question par l'observation microscopique (distinction Ascomycètes- Basidiomycètes, etc.).

Dans le système à cinq règnes proposé par **Whittaker (1969)** : *Monera*, *Protoctista*, *Fungi*, *Plantae* et *Animalia*, les *Fungi* (ou *Mycota*) (**Courtecuisse et Duhem, 1994**) sont considérés comme groupe indépendant des autres êtres vivants, incluant les lichens comme division autonome. Au sein des champignons, les groupes sont distingués par le type de spores et leur

mode de formation. Les « champignons » à spores mobiles (*Mastigobionta* et *Mycobionta*) sont classés parmi les *Protoctista* (*Protistes*).

La phylogénie moléculaire a démontré que les « champignons » définis précédemment étaient fondamentalement un groupe polyphylétique (**Lecointre et Guyader, 2001**). Au sein des Eucaryotes, les Champignons (*Mycota* ou *Fungi*) ne regroupent plus que les espèces à spores non mobiles du règne précédent, ainsi que le groupe unicellulaire et flagellé des Chytridiomycètes (classé préalablement dans les protistes). Les Myxomycètes d'une part, les Oomycètes d'autre part, sont classés indépendamment des champignons au sens strict, mais sont de plus classés chacun dans un *phylum* indépendant.

II-2-1- Les champignons comestibles

Les champignons comestibles sont des champignons que l'on peut manger, car contrairement aux champignons toxiques, leur consommation n'est pas risquée pour la santé. Ils ne sont cependant pas mangeables, c'est-à-dire que certains champignons non toxiques ne sont pas bons, pour le critère gustatif. Selon la **FAO**, nous consommons environ un millier d'espèces différentes de champignons. Cependant, selon les pays, les habitudes alimentaires concernant les champignons changent, que ce soit la façon de les cuisiner ou les espèces consommées. Dans la culture asiatique, on mange beaucoup les champignons noirs (appelés oreilles de nuages), les champignons paille ou encore les Enokitake qui sont des champignons comestibles très appréciés en Chine.



Figure 11 : Enokitake de la chine https://chine.in/guide/enoki_2425.html.

D'autres vivent aux dépens d'êtres vivants en parasites (du grec para, à côté et sitôt, aliment). Leurs hôtes sont le plus souvent des végétaux : arbres, arbustes, herbes et parfois d'autres champignons. Ainsi l'Amadouvier (*Fomes fomentarius*) et l'Armillaire couleur de miel (*Armillaria mellea*) peuvent vivre en parasite ou en saprophyte. Il existe des milliers de variétés de champignons : sur plus de 16.000 espèces répertoriées, on estime qu'environ 1.400 sont comestibles. Le choix est donc vaste. Selon la FAO, voici quelques champignons que nous pouvons cultiver chez soit :

- Agaric auguste (*Agaricus augustus*) ;
- Agaric des trottoirs (*Agaricus bitorquis*) ;
- Amanite solitaire (*Amanita strobiliformis*) ;
- Bolet bronzé (*Boletus aereus*) ;
- Bolet commun (*Xerocomus communis*) ;
- Boule de neige (*Agaricus arvensis*) ;
- Champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) ;
- Girolle (*Cantharellus cibarius*) ;
- Langue de chat (*Hydnum repandum*) ;
- Palomet (*Russula virescens*) ;
- Pleurote en huître (*Pleurotus ostreatus*) ;
- Rosé des prés (*Agaricus campestris*) ;
- Trompette de la mort (*Craterellus cornucopioides*) ;
- Vachette (*Suillus granulatus*)...etc.

II-2-2- La biologie des champignons

Les contraintes que doivent assumer les champignons résident dans leur hétérotrophie par rapport au carbone (incapable d'assimiler le carbone par photosynthèse) et d'ingérer et de digérer des matières solides ou liquides comme les animaux. Les champignons sont réduits à absorber des substances organiques et minérales à l'état dissout. Pour se faire ils ont besoin :

- D'eau, de sels minéraux le plus souvent dissociés en ions (phosphates, sulfates, magnésium, potassium, etc.) comme tous les êtres vivants,
- Une source de carbone apportée par des sucres ou des acides organiques,
- Eléments azotés contenus dans les nitrates,
- Et d'autres apports nutritifs spécifiques comme les vitamines, les acides gras et autres.

Pour satisfaire ces besoins, plusieurs solutions s'offrent à eux. Les champignons vivant aux dépens de la matière organique en décomposition sont des saprophytes (du grec sa pros, pourriture et phyton, plante).

Certains entrent en relation avec des organismes vivants en formant une association à bénéfice réciproque ou symbiose (du grec syn, avec et bios, vie). Le cas le plus remarquable dans le cadre de cet exposé est celui des ectomycorhizes.

D'autres vivent aux dépens d'êtres vivants en parasites (du grec para, à côté et sitôt, aliment). Leurs hôtes sont le plus souvent des végétaux : arbres, arbustes, herbes et parfois d'autres champignons. Cette distinction n'est pas absolue, nous verrons dans les chapitres suivants l'existence de chevauchements. Ainsi l'Amadouvier (*Fomes fomentarius*) et l'Armillaire couleur de miel (*Armillariamellea*) peuvent vivre en parasite ou en saprophyte (**Web 3**).

II-2-3- Mode de nutrition

Il se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur. Ces organismes sont dépourvus de chlorophylle et sont tous hétérotrophes, le glycogène est le polysaccharide de réserve principal pour eux (**Carlile et al., 1994 ; Redecker, 2002**).

Les champignons dépendent du matériel mort et vivant pour leur croissance, selon **Bouchet et al. (1999)**, ils obtiennent leurs substances nutritives de trois façons essentielles :

- **Saprophyte** : florissant sur de la matière morte organique.
- **Symbiotique** : florissant en collaboration avec d'autres organismes.
- **Pathogène ou parasite** : causant du mal à un autre organisme.

II-2-4- La reproduction chez les champignons

Les champignons se reproduisent par des spores. Selon un mode asexué et/ou sexué. Celui des basidiomycètes est sexué et illustré par la structure habituelle de ces champignons est constituée d'un stipe et d'un chapeau ou carpophore. L'hyménium où des lamelles peuvent être disposées en rayons sous l'envers du chapeau. La surface des lamelles est tapissée de basides en forme de massue. Une fois les basidiospores parvenues à maturité, elles se détachent des basides et sont dispersées par le vent vers des nouveaux milieux. Quand une basidiospore atterrit dans un milieu propice, elle germe et produit des hyphes qui pénètrent le sol. Ces hyphes se développent et forment un mycélium haploïde (**Wozniak et al., 2001**). Après un certain temps des boutons de masses compactes d'hyphes se forment à la surface du sol. Le bouton se transforme en champignon. À l'intérieur de chaque baside, les noyaux haploïdes s'unissent pour

former une cellule diploïde. La méiose se produit, et quatre noyaux haploïdes se forment. Chaque noyau devient une basidiospore (Safrag, 2000).

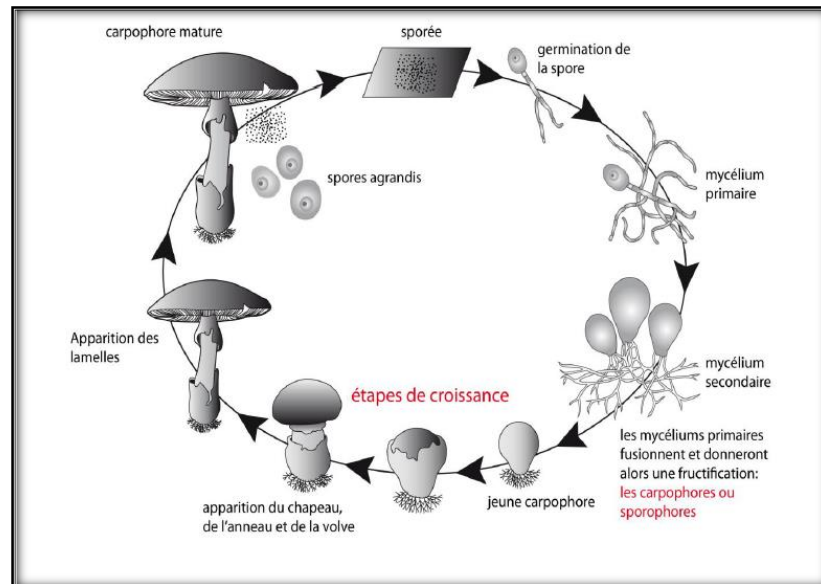


Figure 12 : Illustration des basidiomycètes (Vertil, 2012).

II-2-5- Rôle des champignons dans la nature

Le rôle des Champignons dans la nature est immense ; ils font partie des principaux agents de destruction des matières organiques. Beaucoup d'espèces sont des parasites redoutables pour les plantes cultivées ou utiles. Ils ne possèdent pas la capacité qu'ont les plantes de synthétiser leur propre nourriture grâce à l'énergie solaire. Ils sont dépourvus de chlorophylle, une substance qui permet aux végétaux de capter l'énergie lumineuse produite par le soleil et de fabriquer des sucres à partir du carbone présent dans l'air (photosynthèse). Pour cette raison, ils ont dû développer des modes de vie particuliers : la symbiose, le saprophytisme et le parasitisme. Ils consistent à décomposer les structures organiques complexes issues de végétaux ou d'animaux. Par exemple les *pleurotes* dégradent le bois mort dans la nature ; on peut les cultiver sur une grande variété de déchets lignocellulosiques (Arora, 1999).

Un grand nombre de champignons qui croissent sur le sol en forêt sont intimement liés aux arbres par symbiose. Cette association, nommée mycorhize, se fait entre les extrémités des racines d'un arbre et l'appareil végétatif d'un champignon. La mycorhize bénéficie aux deux organismes en cause : il s'agit d'un échange d'éléments nutritifs, l'un fournissant à l'autre ceux qu'il ne peut synthétiser ou extraire du sol par ses propres moyens. De façon générale, le champignon aide l'arbre à puiser des éléments minéraux et de l'eau dans le sol ; en échange, l'arbre fournit des sucres au champignon (Web 4).

Le **saprophytisme** est un autre mode de vie important chez les champignons. C'est le cas des espèces qui croissent sur les pelouses, le bois pourri, les excréments, etc. Dans ce cas, le rôle joué par le champignon en est un de décomposition. Il digère la matière organique et permet ainsi aux éléments nutritifs de retourner à la terre (**Web 5**).

Enfin, d'autres champignons sont **parasites**. Le parasitisme peut être de plusieurs types, allant de l'espèce qui attaque un hôte (arbre, plante, insecte...etc) en pleine santé, puis vit à ses dépens sans le tuer, jusqu'à celle qui ne cause du tort qu'à un hôte déjà malade et qui par conséquent, hâte la mort de ce dernier. Les espèces parasites sont surtout des champignons microscopiques (**Web 6**).

II-2-6- Ecologie des champignons

Les champignons ont développé des adaptations très diverses, de telle sorte qu'on les trouve dans pratiquement tous les milieux du monde. Les plus répandues sont les *Penicillium* et les *Aspergillus*. On les trouve sous tous les climats et sous toutes les latitudes (**Florent, 1993**).

Quelques espèces sont adaptées à la sécheresse, d'autres vivent au contraire dans l'eau (eaux douces, océans, ou eaux usées). Certaines supportent bien des pressions osmotiques élevées (dans les milieux très salés, ou très sucrés, par exemple) et arrivent à contaminer les salaisons, le miel, ou les confitures (**Florent, 1993**).

Des champignons aimant la chaleur se trouvent dans les composts (entre 70 et 75 °C) mais on trouve aussi des champignons dans les toundras arctiques ; en haute montagne, l'hygrophore printanier se récolte à la fonte des neiges (2 °C) ; et certains champignons peuvent encore pousser dans les chambres réfrigérées comme *Sporotrichum carnis* qui peut altérer des viandes pourtant conservées à 5 °C (**Tachenon, 1999**).

III- La culture des champignons comestibles

Il y a presque cent espèces de champignons qui peuvent être cultivées. Tous sont saprophytes. *Agaricus bisporus*, et *Pleurotus ostreatus*, dominent les marchés commerciaux, et ceux-ci représentent presque trois quarts des champignons de culture cultivés dans le monde entier (**Chang, 1999**). Les espèces principales de culture sont cultivées sur une variété de substrats organiques, incluant les déchets de la production de fumier de cheval, coton et de marc du café.

Les technologies sont bien établies et des industries de champignon à succès ont été établies dans beaucoup de pays. Il y a eu une énorme augmentation de la production ces dix dernières années, surtout suite à une capacité accrue en Chine (**Chang, 1999**).

III-1- Les Pleurotes en huître (*Pleurotus ostreatus*)

Le Pleurote en forme d'huître (*Pleurotus ostreatus*), est une espèce de champignons basidiomycètes du genre *pleurotus* de la famille des pleurotacées. Cette espèce 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 cette espèce que l'on trouve sur les étals sous le nom de pleurotes **(Durrieu., 1993)**.

Les champignons du genre *Pleurotus* sont des champignons comestibles à haute valeur nutritive, une croissance facile sur substrat et un bon développement dans des conditions rustiques. Ces espèces sont des champignons saprophytes cultivés dans le monde entier, en particulier en Asie du Sud-Est, en Inde, en Europe et en Afrique **(Guzman et al., 2000)**..

Ils sont facilement cultivés dans une grande variété de résidus agricoles, comme les pailles, l'herbe, la sciure de bois, la coquille de noix de coco, la graine de maïs, la bagasse de canne à sucre et d'autres de nature organique. Cet excellent développement est dû à la production de certaines enzymes lignocellulosiques qui permettent une dégradation facile de la lignine et de la cellulose du bois, ainsi que d'autres substrats végétaux utilisés pour cette culture particulière **(Capelari, 1996)**.

Le pleurote en forme d'huître est aussi appelé le Oyster mushroom. Il pousse de l'automne à l'hiver selon les régions, en touffes sur les feuillus vivants ou tombés. C'est un parasite de blessure mais il est également saprophyte **André Marchand, 1971**.

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 **(Web 7)**.

C'est un comestible honorable (saveur douce et odeur de linge mouillé), si l'on n'est pas rebuté par la flaccidité de sa chair. Contrairement aux cèpes ou à la girolle, 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 1)**.

III-2- Caractéristiques

Selon **Burns et al, 1994**, les pleurotes à huitres sont caractérisés par :

- Organismes unicellulaires ou pluricellulaires dont les cellules possèdent un noyau (eucaryote)

- Se nourrissent par absorption et utilisent le carbone organique comme source de carbone (ce sont des hétérotrophes)
- Leur paroi cellulaire contient typiquement de la chitine et du glucan
- Ils peuvent se reproduire de façon sexuée et/ou asexuée

III-3- Description des différentes parties du pleurote

Selon (Bon., 2004), la description des différentes parties du pleurote en huitre est comme suit :

- **Chapeau** : Les chapeaux du pleurote en forme d'huitre mesurent entre 4 et 15cm de diamètre. Ceux-ci sont seuls ou superposés et imbriqués, formant un éventail. Ils sont convexes, étalés, plats, charnus, déprimés ainsi que veloutés à proximité du point d'attache. La marge est soit enroulée, droite ou bien relevée. Souvent elle est ondulée ou lobée, glabres, lisses et d'aspects gras. La couleur de ces chapeaux peut être grisâtre, gris brunâtre ou olivâtre. Lorsque le champignon a atteint sa maturité, le chapeau est alors blanc.

- **Lames** : Très décurrentes, de couleur ivoire mais parfois blanchâtres

- **Anneau** : Néant

- **Pied** : Latéral, court, voire même parfois aucun et trapu, excentré, duveteux à la base, parfois très rudimentaire voire absent de couleur blanchâtre. Il peut être excentrique ou latéral et il ne mesure pas plus de 3 à 4cm. Il est de la même couleur que le chapeau.

-**Hyménophores** : Les lamelles de ce pleurote sont blanches et longuement décurrentes sur le pied, s'il y en a un, bien sûr. Elles sont rayonnantes à partir du point d'attache, serrées et assez larges.

- **Chair** : La chair du pleurote en forme d'huitre est épaisse, tendre ou tenace de couleur blanche. Elle dégage une légère odeur d'anis, parfois plus prononcée. Ce champignon possède une saveur agréablement douce.

- **Spore** : Blanchâtre, mais plus souvent de couleur grisâtre à lilas.

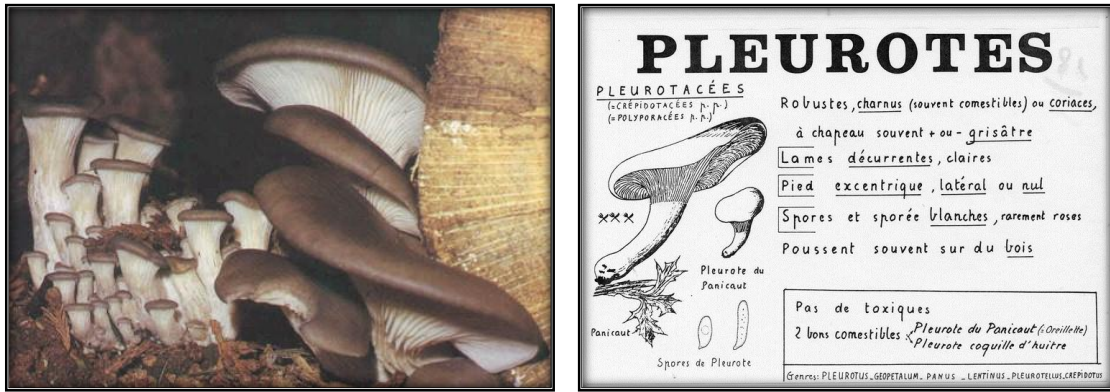


Figure 13: Pleurote en forme d'huître : (*Pleurotus ostreatus*)

<http://informations-documents.com/environnement.ecole/pleurotes .htm>

III-4- Biotopes occupés par les pleurotes

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. On le retrouve aussi habituellement en milieu riverain et dans les érablières. Elle vient assez tardivement en automne et subsiste même l'hiver dans certaines régions (**Web 2**).

III-5- Exigences particulières

Nécessite un tronc de feuillus (bois durs), mort ou vivant.

Exhalaison : Agréablement fongique ou légèrement fruitée mais de moisi en vieillissant

Période de cueillette : à partir du début de l'été et jusqu'à la fin de l'automne

Confusions : possible avec le pleurote pulmonaire.

Distribution : Le pleurote en forme d'huître est grégaire et il croît habituellement en touffes serrées et étagées. Cette espèce est très commune

Toxicité : Les pleurotes comme tous les champignons, ils doivent être bien cuits avant la consommation car, crus, ils peuvent provoquer des problèmes gastriques.

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

- **Les crépidotes :** 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 crépidotes** sont de petits champignons de moins de 4cm, peu charnus et leur sporée est brune. Il y aussi quelques espèces de lentin 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 étalé (*Pleurocybella porrigens*)**, qui est un champignon comestible, dépasse rarement 5cm 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.

- **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. 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.

III-6- Les sept meilleurs pleurotes comestibles

Les pleurotes poussent d'octobre à mars sur les bois morts ou les troncs d'arbres à feuilles caduques et pousse rarement sur les conifères et se prête bien à la culture (**Web 3**).



Pleurote de l'orme



Pleurote blanche



Pleurote jaune



Pleurote rose



Pleurote bleue



Pleurote du panicaut



Pleurote en huitre

Figure 14 : Les différents types de pleurotes cultivées

[http://champignonscomestibles.com/pleurotes.](http://champignonscomestibles.com/pleurotes)

IV- Intérêt de ce champignon

IV-1- Propriétés médicinales

Le pleurote contient, en petite quantité, des composés phénoliques qui se trouvent dans les antioxydants. Il contient d'ailleurs l'ergothionéine qui est un acide aminé produit par les champignons. Cet acide aminé pourrait aussi contribuer à l'activité antioxydante du pleurote. Selon des études in vitro, il a été prouvé que des extraits de pleurote auraient un effet antitumeur sur certaines cellules cancéreuses du corps humain, tel que celles de la prostate ou du côlon (**Web 6**).

Selon une étude qui a été faite sur des rats souffrant d'hypercholestérolémie, le pleurote posséderait des composés qui agiraient à différentes étapes de la régulation du cholestérol sanguin. Bref, selon plusieurs études, la présence de certains antioxydants dans les pleurotes a été confirmée. Toutefois, son indice TAC (capacité antioxydante totale) n'est pas encore connu pour le moment.

IV-2- 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 74g de pleurote, celui-ci contient 26 calories, 2,5g de protéines, 4,7g de glucides, 0,3g de lipides et finalement 1,7g 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 6**).

IV-3- Paramètres de culture des pleurotes

Le pleurote en huitre (*Pleurotus ostreatus*) est une excellente espèce de champignons comestibles que l'on peut cultiver. Elle 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 (**Web13**).

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 en France, 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 (**Web 4**).

- **Caractéristique du mycélium** : **Blanchâtre** et longitudinal, il devient rapidement cotonneux puis épais et tenace. En vieillissant il sécrète des gouttelettes jaunes à oranges (**Bon., 2004**).
- **Couleur des spores** : blanches à légèrement gris lilas.
- **Culture sur agar** : MYPA (Malt, Yeast, Peptone, Agar), PDYA (Potato, Dextrose, Yeast, Agar), OMYA (oatmeal, Malt, Yeast, Agar) ou DFA (Dog, Fod, Agar). 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 récolte.
- **Incubation** : Température : 24°, Taux d'humidité : entre 85% et 95%, Durée : entre 12 et 21 jours, CO₂ : entre 5000 ppm et 20000 ppm, Échange d'air frais : 1 par heure, Lumière requise : non.
- **Formation des primordials** : Température : entre 10° et 15.6°, Taux d'humidité : entre 95% et 100%, Durée : entre 3 et 5 jours, CO₂ < 1000 ppm, Échange 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, Échange 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.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Introduction

Les champignons comestibles sont des aliments très nutritifs, ils contiennent de bonnes quantités de sels minéraux et de vitamines et sont considéré comme une intéressante source de protéines. Ils peuvent faire l'objet d'une culture domestique, en intérieur dans une cave, sous-sol, un garage ou une remise ou n'importe quelle pièce aérée mais sans courants d'air bénéficiant d'une température constante différente selon les espèces cultivées de 16 à 18°C. Ces champignons se cultivent également en extérieur par exemple sur des souches ou des troncs d'arbres ou sur des bottes de paille. Produire ses propres champignons est moins compliqué qu'on ne l'imagine et demande peu d'investissements (**Courtecuisse., 2011**).

1- Matériel du laboratoire

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé un mycélium déjà préparé et acquis de khemiss miliana (wilaya de Ain Defla).

Concernent les moyens matériels et les produits chimiques utilisés pour préparer notre culture on peut citer les suivants :

- Un trépied
- Un récipient métallique de 20l
- Des paires de ciseaux
- Une boîte de coton
- Une spatule
- Un bec benzène
- Un bécher de 10ml
- Une balance
- Des sacs de cuissons thermiques
- Thermo-hygromètre pour contrôler l'humidité et la température
- Des cure dents pour piquer les sachets dans le but d'assure une aération à l'intérieur du substrat.
- Ethanol (stérilisation du plan de travail)

2- Matériel végétal

Pour produire nos champignons de type pleurotus, nous avons utilisé les grignons d'olive collectés à partir d'une huilerie moderne à chaîne continue sise à chetouane appartenant à la coopérative oléicole de Tlemcen (coopolive) et à l'aide d'une vis sans fin ils sont entreposés

dans une cour non couverte à l'air libre. Dans ce cadre-là nous avons récupéré uniquement la couche superficielle (20 cm) des grignons d'olive pour éviter les parties trop humide.

Le deuxième matériel végétal est la paille de céréale où une botte a été achetée auprès d'un agriculteur de Tlemcen.

Cette paille doit être de bonne qualité, bien conservé et de couleur jaunâtre doré, exempte de toute moisissure. Il s'agit de paille issue des récoltes de blé de l'année pour éviter le risque de contamination microbienne durant le cycle de développement du mycélium.



Figure 15 : Matériel utilisé

3- Méthode de travail

De nombreux déchets agricoles tels les grignons d'olives, les différents type de paille peuvent servir de matériaux de base du substrat pour cultivé le pleurote. Dans nos essais, deux substrats de culture étaient destinés à la fructification de pleurotus : la paille et grignons d'olive en passant par plusieurs étapes :

3.1. Humidification et immersion dans l'eau chaude

Notre travail commence par une étape qui est très importante pour assurer la stérilisation du substrat en évitant une prolifération des germes qui provoque une contamination des sachets

préparés. Une fois l'eau a commencé à bouillir nous avons plongé le substrat dans de cette eau pendant une heure et afin que les substrats restent complètement recouvert nous avons ajouté une grille au dessus. Il est important de contrôler la température tout au long de la pasteurisation afin qu'elle reste comprise entre 71° et 82°. Une fois pasteurisé, nous avons laissé refroidir et égoutter notre substrat.

L'humidification est effectuée spécialement pour rendre la paille douce et molle et aussi elle favorise la colonisation des hyphes des champignons d'huitres.



Figure 16: Pasteurisation de la paille au laboratoire (photo originale)

Une fois les substrats est humidifié nous les avons placés dans une passoire et laissé égoutter pendant 30 minutes avant de couper la paille car de préférence la culture de champignons sur paille se fait sur des morceaux de 3 à 4 cm.

Epannage de la paille par petites quantités sur papier journal.



Figure 17 : épandage de la paille(photo originale)

Ensuite, les substrats après décantation d'eau ont été séchés à une température ambiante du laboratoire fermé toute une nuit pour atteindre un taux d'humidité compris entre 60 et 65%.



Figure 18 : épandage de grignon d'olive (photo originale)

3.2. Remplissage des sacs

Les substrats ainsi traités comme décrits précédemment sont mélangés d'une manière homogène et suivant les proportions indiquées dans le tableau 1 puis mis dans des sacs.



Figure 19 : remplissage des sachets (photo originale).

Le fait de mélanger les ingrédients permet également une bonne répartition de l'humidité.

Tout de suite nous avons procédé au remplissage des sachets après une bonne homogénéisation du mélange (grignon + paille).

Tableau 7 : répartition de la contenance en substrats de chacun des lots constituant les sachets de culture.

Lot de 3 sachets	Paille Pourcentage En poids	Grignon d'olive Pourcentage En poids	Poids Total (g)
Lot 1	100	–	500
Lot 2	–	100	500
Lot 3	25	75	500
Lot 4	50	50	500
Lot 5	75	25	500
Lot 6	90	10	500
Lot 7	95	5	500

Pour éviter toute perte de données conséquente à une détérioration possible ou contamination d'un sachet, et par mesure de sécurité, chaque lot est constitué de 3 sachets identiques.

Tous les sachets de culture ainsi préparés subissent manuellement une évacuation de l'air avant fermeture.

3.3. La stérilisation des sachets

Une fois le remplissage effectués, les sacs ont été mis en stérilisation dans des autoclaves à la température de 121°C pendant 30min. Cette stérilisation a pour but d'éliminer tous les germes microbiens contenus dans les substrats de culture afin d'éviter tous genre de compétitivité du mycélium.

3.4. Inoculation du mycélium

Notre méthode d'inoculation comme représente la figure 17 consiste à effectuer un trou au milieu de chaque mélange de substrats que nous avons stérilisé et puis mettre 50g de mycélium à l'aide d'une cuillère préalablement stérilisée, ensuite nous avons essayé de pourchasser l'air contenus dans les sachets et de les refermer. L'ensemble du travail d'inoculation a été effectué entre deux bacs benzènes afin d'éviter tout risques de contaminations.



Figure 20 : inoculation du mycélium

3.5. Incubation dans l'obscurité

Enfin, nous avons déposé tous les sachets au nombre de 3 de chaque pourcentage (5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 100%) dans une salle obscure pour assurer le développement du mycélium dans des conditions où la température a été de 21 °C et l'humidité 49% comme représente la figure 17.



Figure 21 : conditions d'incubation

3.6. Envahissement du mycélium

Pendant cette phase, le mycélium va envahir le substrat.

La durée de ce processus est différente selon les espèces et dépend de la taille du sac, de la quantité de blanc, de la variété utilisée et de la température.

Après avoir déposé du blanc dans les sacs, nous avons placé les sachets sur des étagères dans une chambre d'incubation.

Dans cette phase le mycélium va coloniser le substrat (figure 19) en deux ou trois semaines et va commencer à former de petites fructifications.

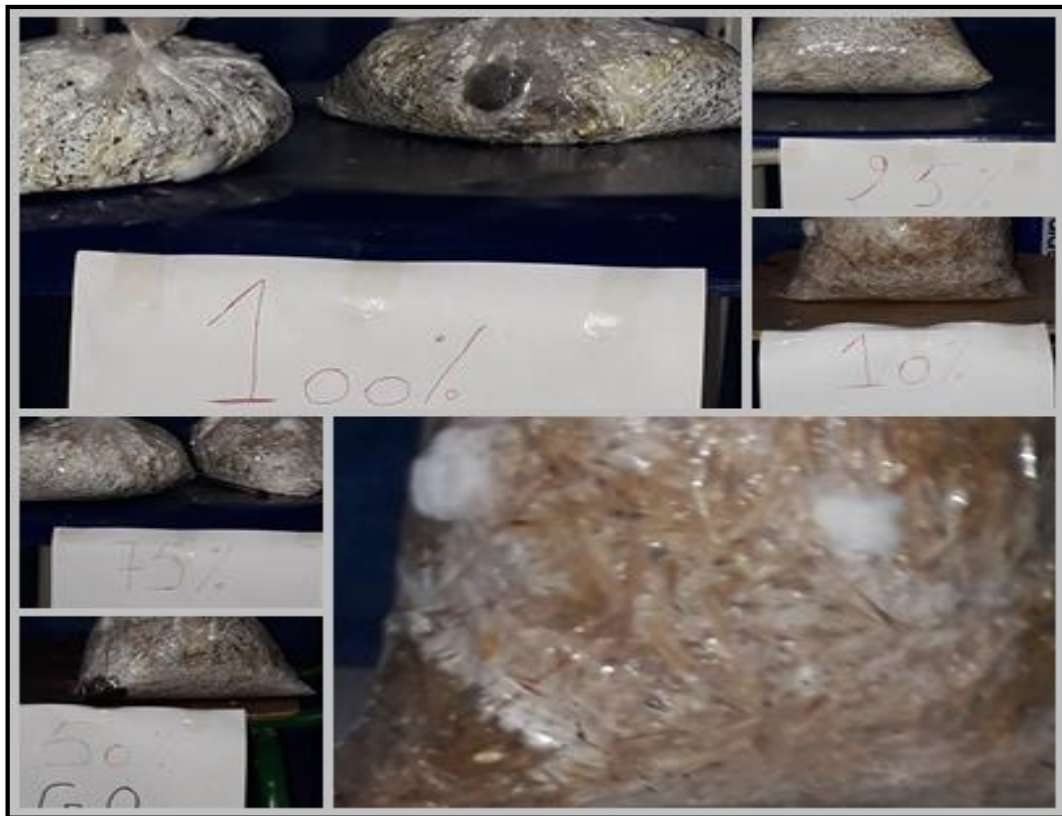


Figure 22 : Envahissement du mycélium

3.7. La fructification

Après deux semaines de suivi de l'humidité et de la température le mycélium a commencé de former de petites fructifications.

Lorsque notre substrat est devenu entièrement blanc, ce qui signifie qu'il a été complètement colonisé. Il est donc prêt à la fructification.

La fructification c'est par définition le développement d'un fruit.

A ce moment nous avons changé les conditions de croissance commençant par l'éclairage en assurant une lumière naturelle dans la chambre durant la période de la journée, puis nous avons enlevé le coton et nous avons créé des ouvertures au niveau des sachets pour permettre la fructification et nous avons essayé de maintenir un taux d'humidité très élevé allant de 80 à 95% en plus de faire passer de l'air frais à l'intérieur de la pièce tout en maintenant une température adéquate à l'intérieur de la chambre.



Figure 23 : la fructification du mycélium

Lumière

Les pleurotes sont très sensibles au manque d'aération et de lumière. La lumière exigée (couleur et intensité) dépend de la variété.

Certains producteurs appliquent le principe de base suivant : la lumière doit être suffisante pour permettre de lire le journal à n'importe quel endroit de la chambre de croissance.

Lorsque les petits champignons apparaissent, leurs formes indiquent s'ils reçoivent suffisamment de lumière et d'aération.

Si les pieds sont longs et les chapeaux petits, c'est que les conditions d'aération et de lumière sont insuffisantes. En l'absence complète de lumière, les pleurotes ne formeront que des pieds, pas de chapeaux, et ressembleront à du corail.

Humidité

Il faut bien surveiller le taux d'humidité de tous les champignons pendant leur croissance. Maintenez un taux élevé (80 - 90%) en vaporisant de l'eau plusieurs fois par jour.

Remarque :

Il ne faut pas vaporiser directement de l'eau sur les champignons qui sont prêts à être cueillis. Lorsqu'ils sont humides, leur durée de conservation diminue énormément.

3.8. La cueillette

Une fois que les champignons sont arrivés à maturité, nous avons fait la cueillette nous avons humidifié le substrat pour produire une autre poussée de champignons une à deux semaines plus tard.

4. Test de l'activité antioxydant

4.1 -Préparation des extraits

Le protocole de **Yılmaz et al. (2016)** a été suivi avec des modifications mineures pour l'obtention des extraits des pleurotes.

Le protocole se base sur une extraction solide liquide de 10 g de champignon récolté et coupé en petits morceaux et mis dans 100 ml de mélange hydro-méthanolique (à raison de 60 ml méthanol + 40 ml d'eau distillée)

- Ensuite une filtration des extraits obtenus a été réalisée à l'aide d'un papier filtre Whatman et récupération du filtrat.
- E dernier lieu une gamme de dilutions a été préparée à partir de chaque filtrat en allant du 1/4 jusqu'à 1/4096.



Figure 24 : les extraits des champignons (photo originale)



Figure 25 : filtration des extraits (photo originale)



Figure 26 : dilution des extraits (photo originale)

4.2 - Test de piégeage du radical libre DPPH

Principe

L'activité antiradicalaire a été évaluée en utilisant le 2,2 -diphényl -1- picrylhydrazyl (DPPH), qui fut l'un des premiers radicaux libres utilisé pour étudier la relation structure-activité antioxydante (**Brand et al., 1995**).

Le DPPH est un radical libre stable possédant un électron non apparié sur un atome de pont d'azote. Cette délocalisation empêche la polymérisation du composé, qui reste sous forme monomère relativement stable à température ambiante. Ainsi, cet état induit l'apparition d'une couleur violet foncée bien caractéristique de la solution DPPH. Cette couleur disparaît en présence d'antioxydant lorsque le DPPH est réduit, passant au jaune pâle du groupe picryl; l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons. Le suivi de la délocalisation est réalisé par spectrophotométrie à 517nm (**Gulcin et al., 2003 ; Molyneux, 2004 ; Roginsky et Lissi 2005**).

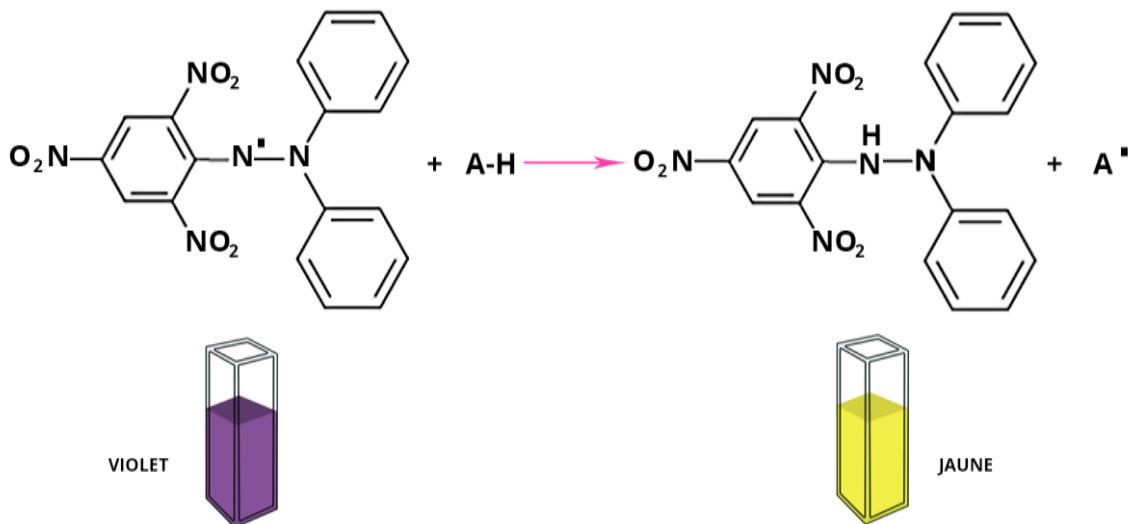


Figure 27 : Réduction du radical DPPH (Yılmaz et al., 2016)

4.3 - Mode opératoire

Le pouvoir antiradicalaire a été testé en employant la méthode dictée par **Tefiani et al. (2016)**. La solution de 60µM de DPPH a été préparée par la solubilisation du DPPH dans du méthanol (elle ne se conserve pas plus de 4-5 jours à -5°C et à l'obscurité).

On a mélangé 25 µl de différente concentration des extraits avec 975 µl de la solution méthanolique de DPPH, Après 1 heure d'incubation à une température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 517nm à l'aide de spectrophotométrie UV-visible.

Chapitre IV

Résultats et discussion

I- Résultats

1- L'envahissement du blanc de mycélium

Après incubation dans l'obscurité à une température comprise entre 20 et 25°C pendant une durée presque de 1 mois, le mycélium a complètement couvert les substrats dans lesquelles il a été inoculé (**Figure 28**).

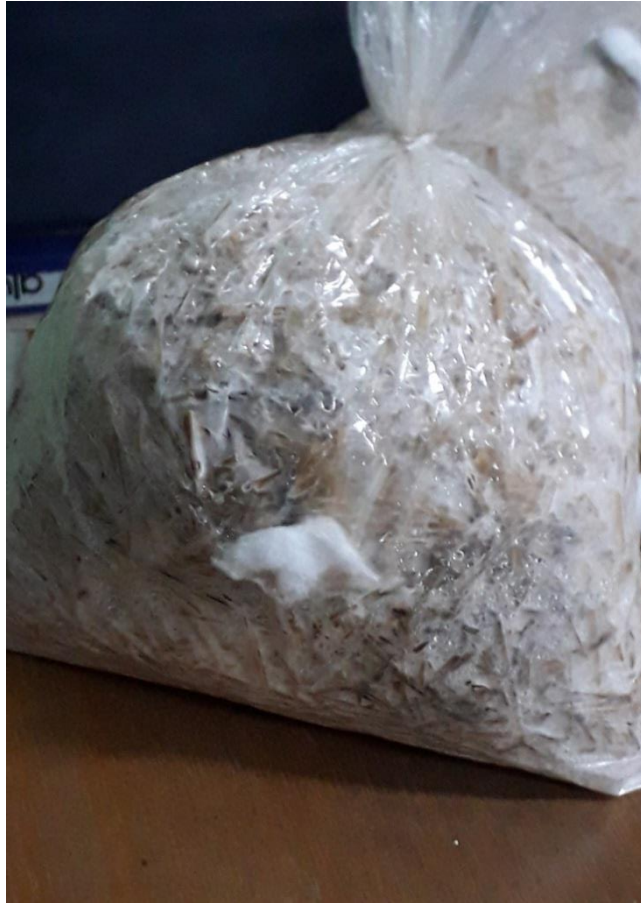


Figure 28 : la colonisation totale du sachet (photo originale)

Après 1 mois de mise en conditions de fructification (éclairage, aération et humidification), l'apparition des primordia a été observée dans tous les substrats.

2- Le suivi de la croissance du mycélium

Les résultats obtenus après 1 mois d'incubation à 21°C, ont révélés une bonne croissance du mycélium sur la totalité des supports utilisés (**Figures 28**). Le mycélium apparait sous forme d'un tapis blanchâtre couvrant les substrats de tous les sachets.

Dans la première semaine d'incubation le mycélium apparait nettement dans les six substrats en grignons d'olives présentant une évolution constante avec une vitesse de croissance plus importante pour le 10% G.O, 25%G.O et 100%G.O. Mais entre le 11^{ème} et 17^{ème} jour l'évolution de la vitesse a été presque identique sur l'ensemble des substrats à part le 100% paille ou nous avons enregistré un léger ralentissement de vitesse d'envahissement du substrat par le mycélium. Après le 17^{ème} jour d'incubation, le 100% grignon d'olive présent une forte progression de leur envergure, alors que le 75% et 50% de grignon d'olive enregistrent une baisse de leurs croissances.

La comparaison entre l'ensemble des substrats utilisés dans la culture de *Pleurotus ostreatus* est illustrée dans la **figure 28**.

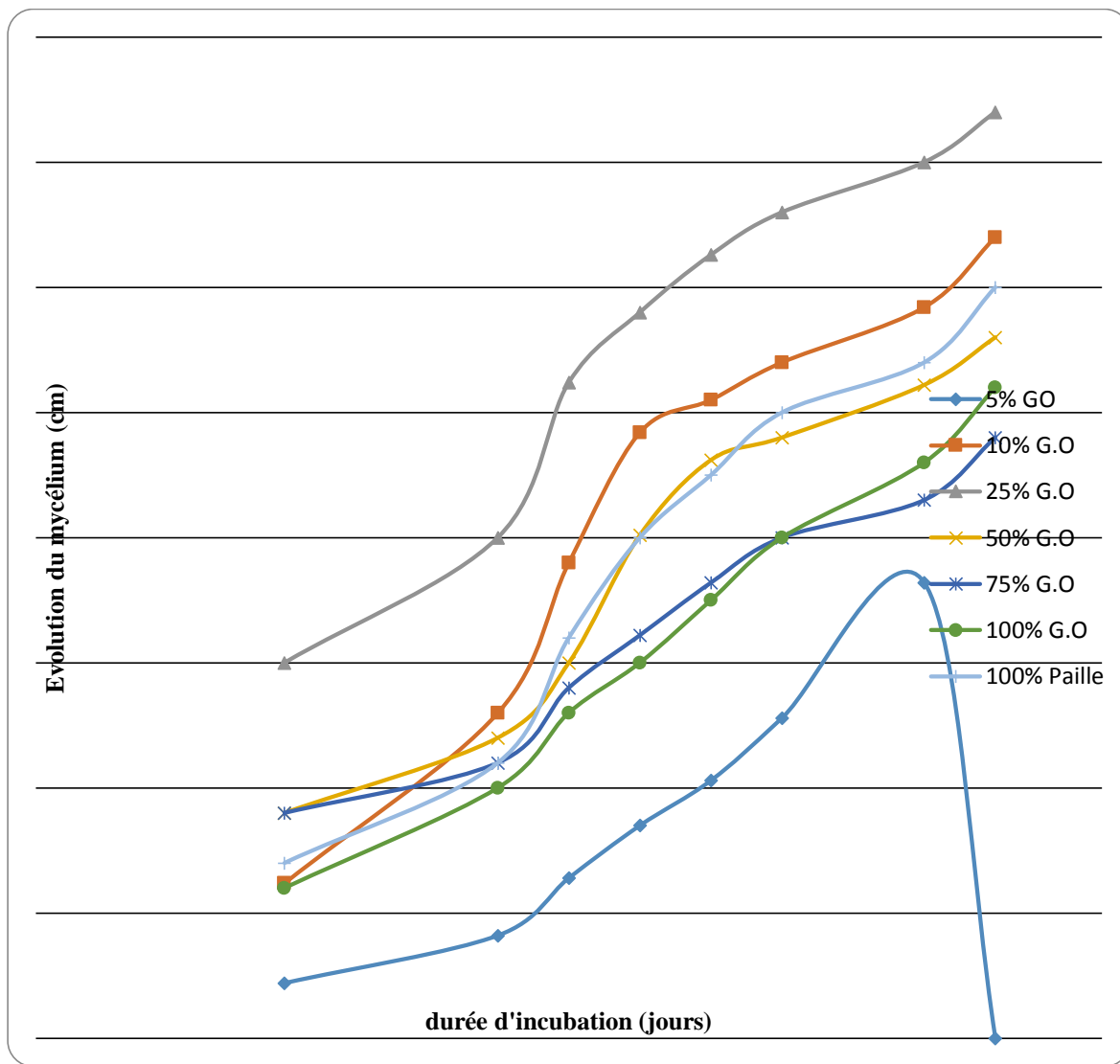


Figure 29 : L'évolution du mycélium sur les différents substrats.

Durant la première semaine d'incubation le mycélium dans les substrats en paille et 5% grignon d'olive présente une faible croissance de 5 à 9 cm.

Au cours de la 2^{ème} semaine, nous constatons une augmentation importante du développement du mycélium en 25% grignon d'olive (entre 20 et 30cm) suivi des substrats en paille (de 15 à 25 cm environ) alors que celui de la grignon d'olive 5 % accuse une hausse légère.

Pendant la 3^{ème} semaine d'incubation les mycéliums dans les substrats en grignon d'olive 100% ,25% et 10% enregistrent les plus grandes envergures de 25 à 38 cm ; Par contre les substrats en grignon d'olive 5%, 75% et paille présentent la plus faible croissance (13 à 24 cm environ).

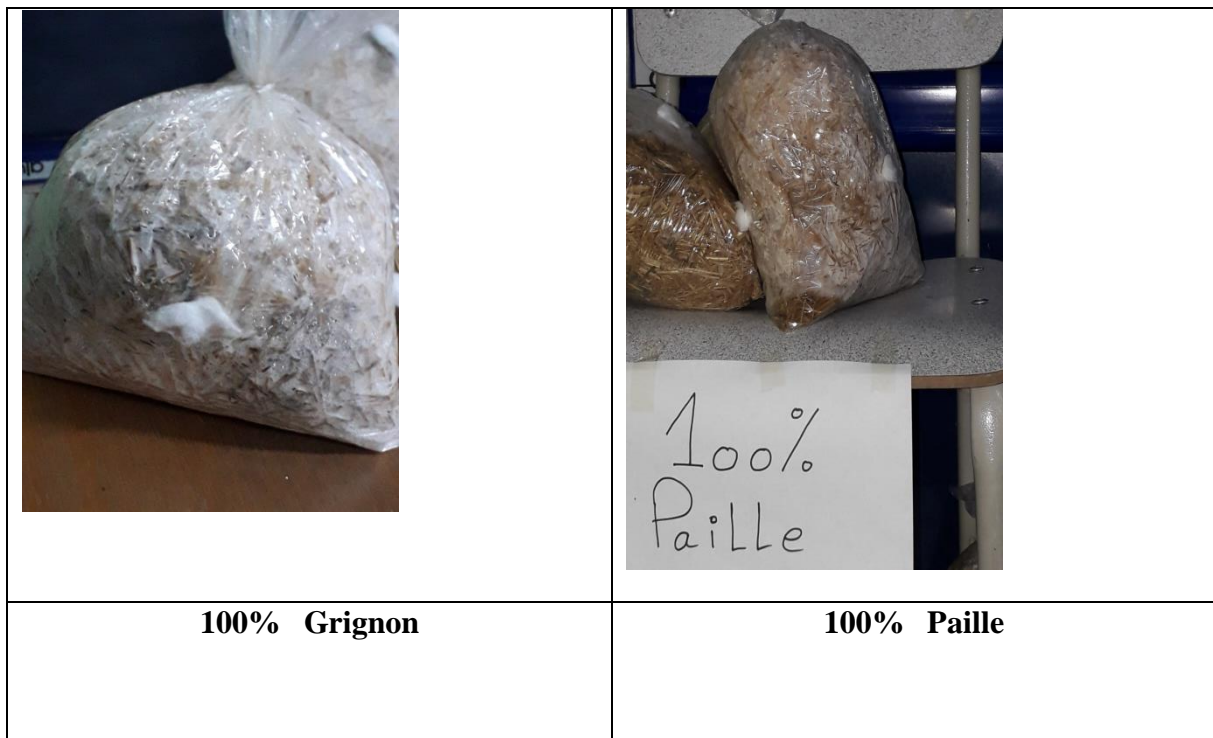


Figure 30 : Aspect du mycélium sur les grignons d'olive et la paille (photo originale)

La figure 30 nous montre que le mycélium cultivé sur le 100% grignon d'olive donne une densité assez importante comparée à celle de 100% paille ceci peut être due à l'espace entre les particules de paille comparé à celle des particules de grignons d'olive car ces dernière sont trop petite ce qui permet un excellent envahissement.

Les résultats obtenus aux différents stades de développement du mycélium et fructification des pleurotes dans le grignon d'olive à 25% et dans la paille à 100% du poids total du substrat sont résumés dans les tableaux 7 et 8.


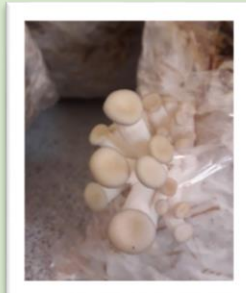
Le tableau 7 montre que le mycélium a envahie le substrat de 25% grignon d'olive après 16 jours d'inoculation et l'apparition des premiers carpophores a nécessité 15 jours après création des conditions de température et d'aération.

Les différents résultats correspondants aux différents stades de développement du carpophore de champignon sont résumés dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 8 : Le développement du fruit de champignon *pleurotus ostreatus* sur 25% de grignon d'olive

Substrat	7 jours à l'obscurité	Fructification Après 10 jours	Fructification Après 13 jours	Fructification Après 16 jours
Grignon d'olive				
Observation	<p>Dispersion du blanc sur les extrémités du sachet.</p>	<p>Apparition des petites boules chapeaux « grise » qui vont grandir rapidement plus tard.</p>	<p>Agrandissement de la taille des petites boules avec changement de couleur vers le noir.</p>	<p>La taille adulte de pleurote, le changement de couleur des bords de chapeaux vers le beige.</p>

Tableau 9 : Le développement du fruit de champignon sur 100% paille

Substrat	7 jours à l'obscurité	Fructification Après 10 jours	Fructification Après 13 jours	Fructification Après 16 jours
Paille				
Observation	Apparition du blanc sur les extrémités du sachet.	Apparition des petites boules de couleur blanche.	L'agrandissement des chapeaux et des pieds avec le changement de couleur vers le gris.	La taille adulte des pleurotes, le changement de couleur des bords de chapeau vers le beige.

2- Les résultats du poids du fruit de champignon

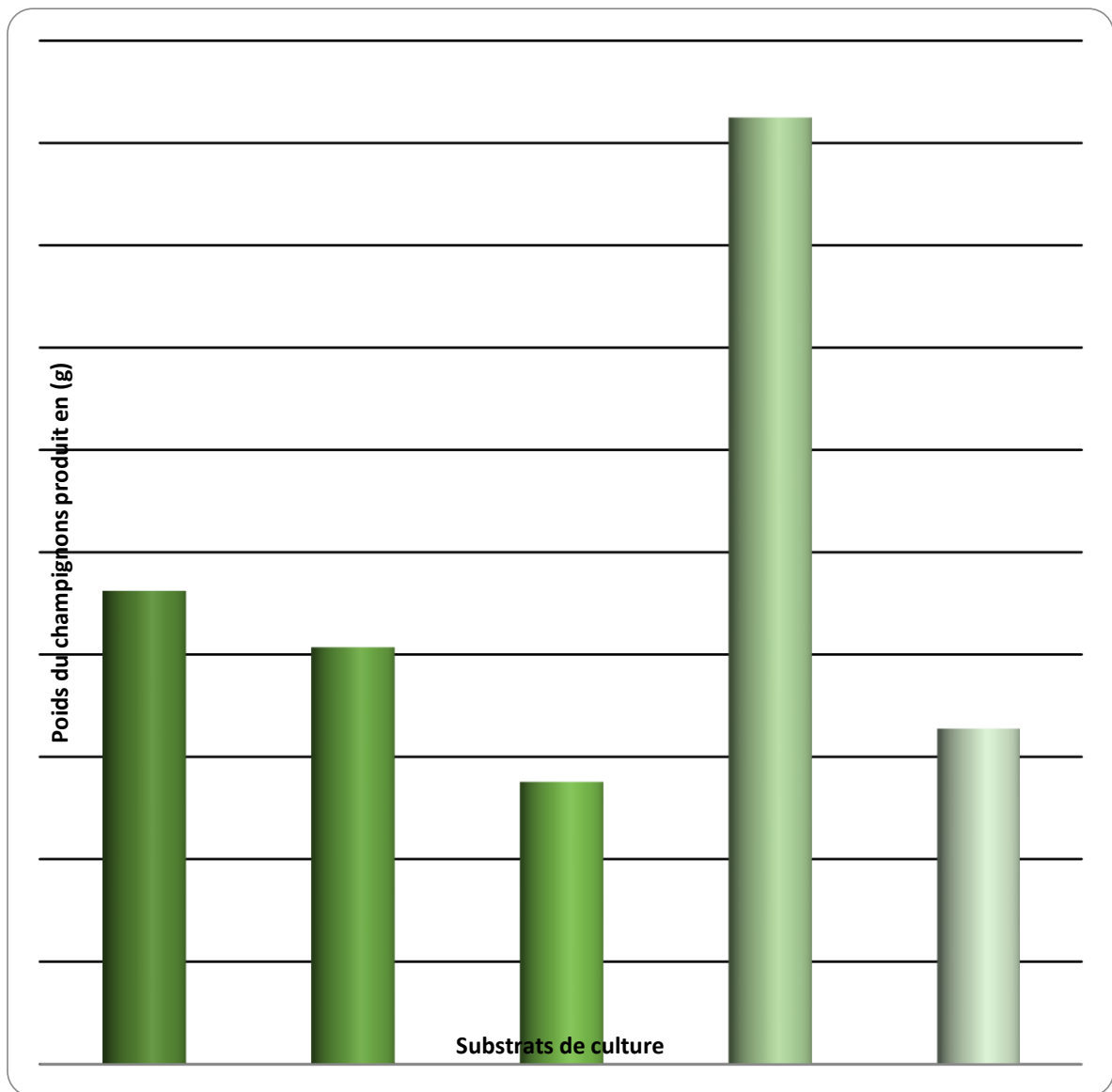


Figure 31 : les différents poids du champignon

La figure 31 illustre le poids du fruit de champignon en gramme pour les quatre proportions des grignons d'olive (5%, 10%, 25% et 100%) ainsi que le 100% paille, on observe que nos résultats sont très proches sauf pour le 100% grignon qui a enregistré un rendement jugé appréciable pour un poids de 90g ; par contre il est à remarquer que les champignons de moindre consistance ont été obtenus par le grignon d'olive 25 % et 100% paille pour un poids respectif de 40 g et 30 g, alors que le reste des substrats utilisés ont été marquées un poids moyen compris entre 30 g et 50 g .

3- Mensuration des carpophores des champignons

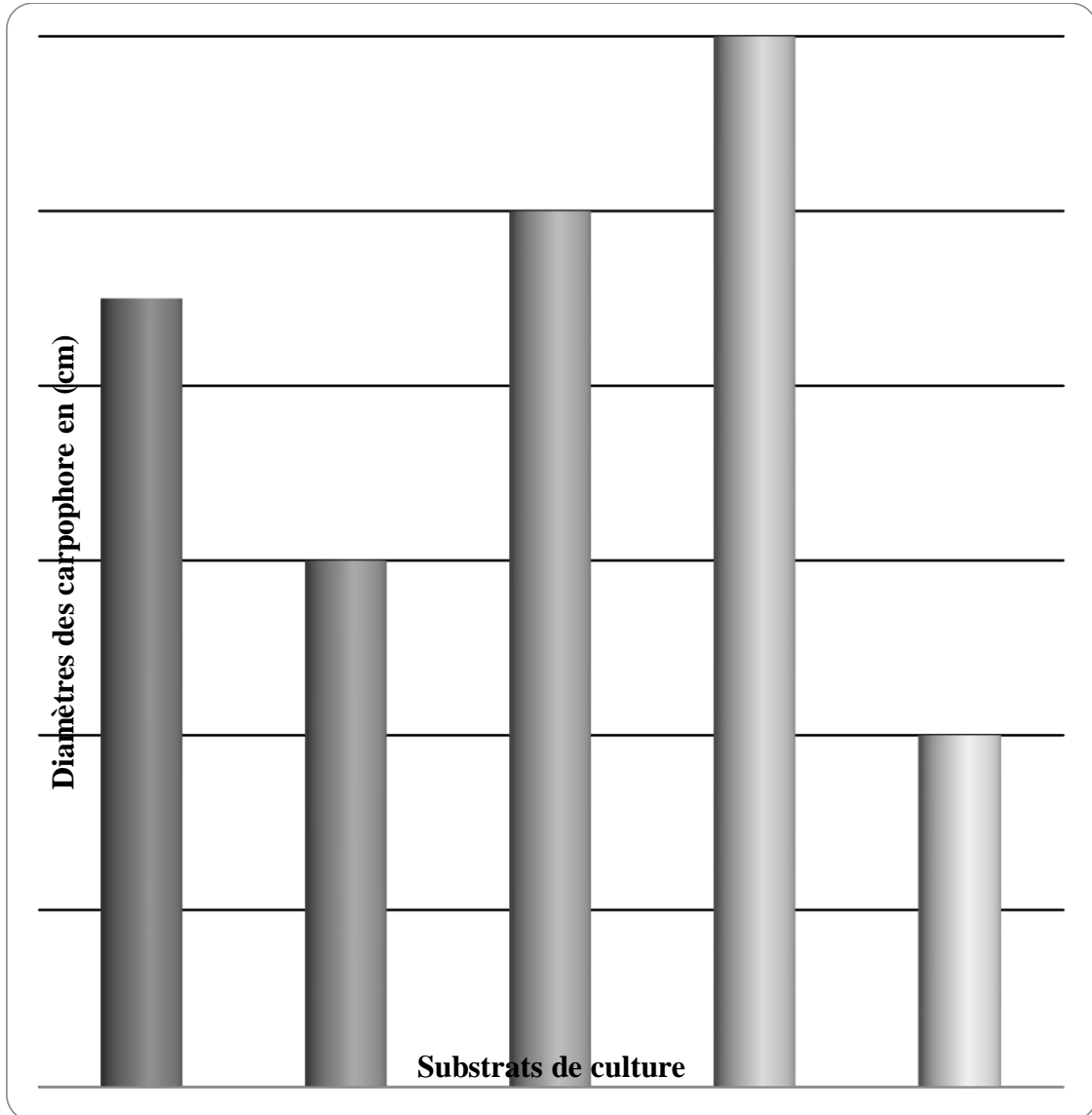


Figure 32 : Diamètre des carpophores des champignons produits dans chaque substrat de culture.

En ce qui concerne le diamètre des carpophores des champignons, on remarque que les diamètres de 5% G.O, 10% G.O et 25% G.O varient sensiblement entre 6 et 10 cm à l'exception du champignon obtenu avec le substrat en grignon d'olive 100 qui lui accuse un diamètre de 12 cm, ainsi que le diamètre du champignon le plus réduit est celui de 100% paille que représente seulement 4 cm (**figure 26**).

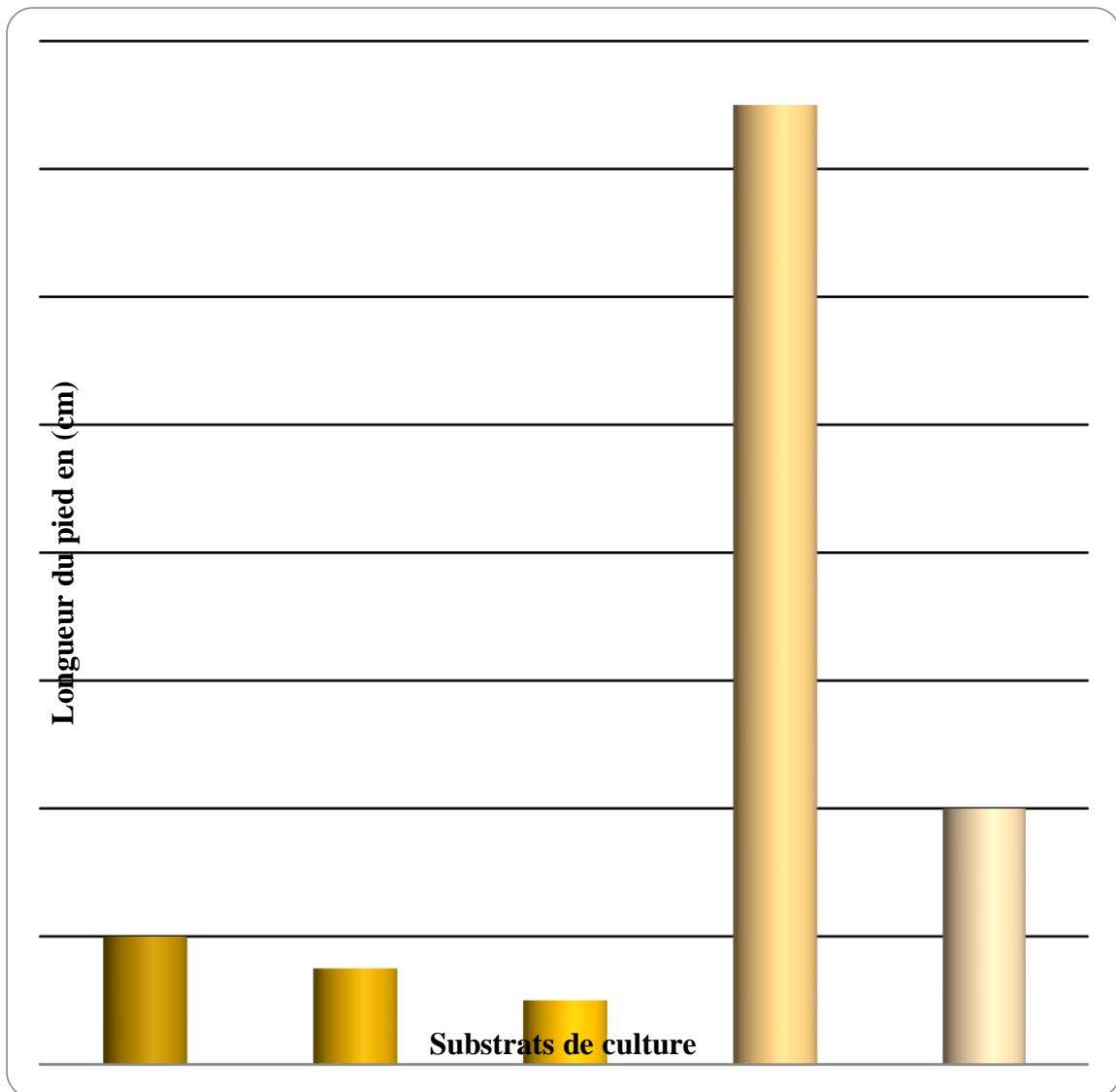


Figure 33 : Longueur des pieds des champignons produits dans chaque substrat de culture.

Concernent les longueurs des pieds des champignons produits dans chaque substrat de culture nous distinguons 3 types à savoir (**figure 33**) :

- Le pied le moins long (1 cm) obtenu avec le 25% G.O.
- Les pieds moyens de 1.5 cm au 4cm de longueur avec les substrats 5% G.O, 10% G.O et paille 100.
- Le pied le plus long (16 cm) obtenu avec le 100% grignon d'olive.

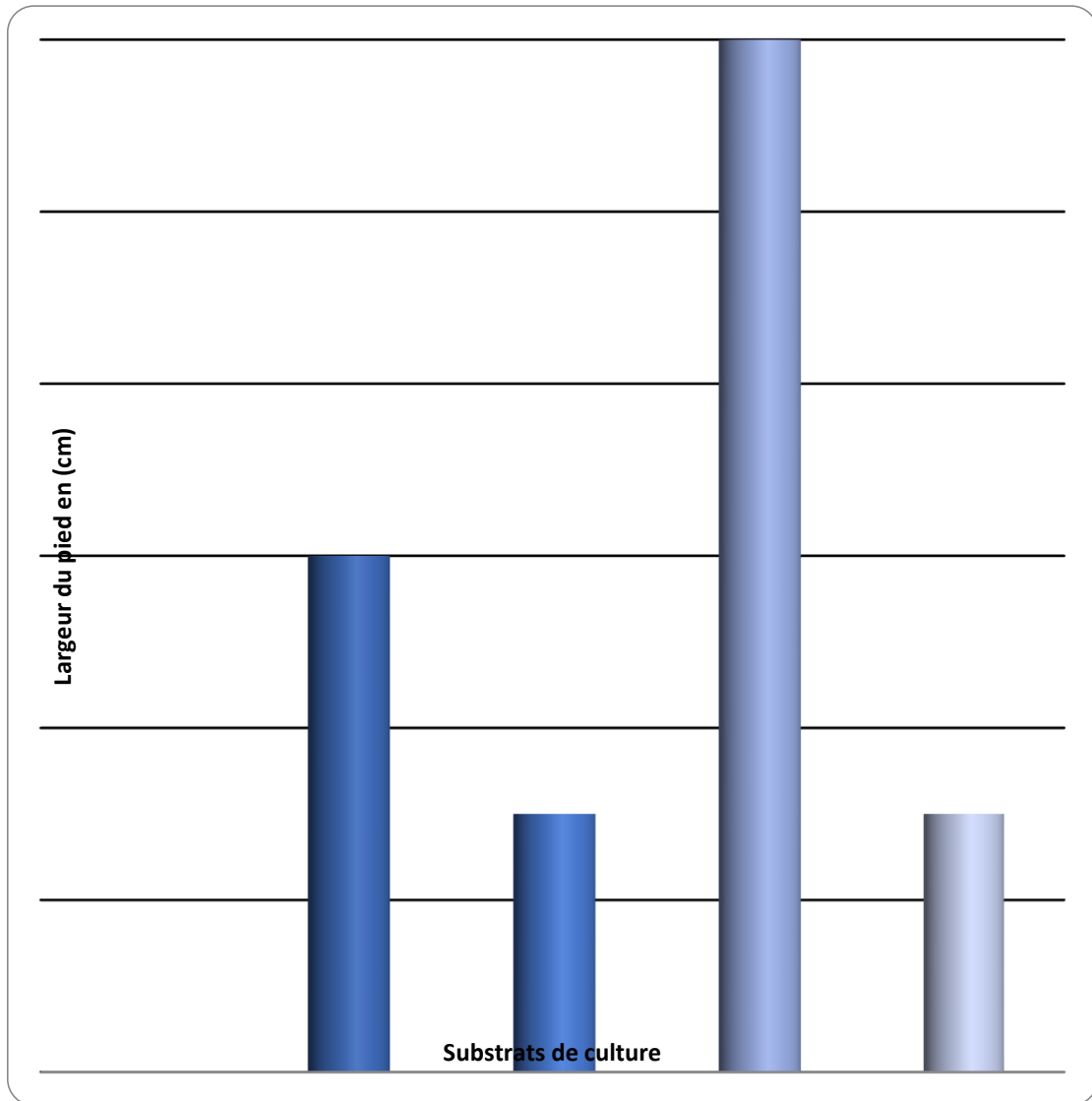


Figure 34 : Largeur des pieds des champignons produits dans chaque substrat de culture.

En ce qui concerne la largeur des pieds des champignons récoltés, nous remarquons que :

Le champignon du pied le plus large est du 100% grignon d'olive avec 6 cm.

Ainsi que les pieds moyens de 1.5 cm au 3 cm de largeur avec les substrats 10% G.O, 25% G.O et paille 100%.

Ensuite le pied le moins large obtenu de 5% grignon d'olive.

II .Etude de l'activité antioxydante

Les différents extraits méthanoliques des pleurotes cultivés sur les différents substrats de paille et de grignons d'olive n'ont pas donné une bonne efficacité antiradicalaire vis-à-vis du radical DPPH aux différentes concentrations mises en étude car l'ensemble des extraits n'ont pas atteint 50% d'inhibition du radical DPPH.

III .DISCUSSION DES RESULTATS

Le grignon d'olive c'est un résidu agro-industriel, produit en grande quantité, périodiquement.

Les champignons saprophytes sont les seuls microorganismes capables de dégrader efficacement la cellulose, les hémicelluloses et la lignine et on cite par exemple les pleurotes (**Lekounougou, 2008**). Ces champignons arrivent à se nourrir de la décomposition de la biomasse végétale et sont considéré comme d'intéressants producteurs d'enzymes de dégradation des parois cellulaires (**Marcolongo et al, 2014**).

La culture des champignons comestibles sur les déchets lignocellulosiques représente l'un des procédés de recyclage de déchets organiques le plus économiquement rentable (**Mandeel et al., 2005**). En outre, les champignons occupent une place de plus en plus importante dans notre alimentation, en particulier pour les personnes conscientes de l'importance de la qualité de l'alimentation et attentives à ce qu'elles mangent (**Chen, 1996**).

En Algérie, les difficultés pour mener une telle culture résident, d'une part, dans la méconnaissance des techniques de culture, et d'autre part, dans la non disponibilité du blanc qu'il faut commander à des sociétés basées à l'étranger (Somycel,...).

La forme mycélienne donne aux champignons l'avantage de pouvoir coloniser très rapidement un milieu, parce qu'elle fournit une surface de contact optimale pour rechercher et assimiler les nutriments (**Thuillier, 2013**). Dans ce contexte, la croissance d'un champignon doit être lente et dense, afin de permettre au mycélium de mieux exploiter les ressources nutritives que lui offre le substrat (**Zervakis et al., 2001**). De ce fait, La vitesse de colonisation d'un substrat est un paramètre important en raison du problème de concurrence en cas de présence de microorganismes antagonistes suite à un traitement thermique insuffisant (**Zervakis et al., 2001**).

Dans notre étude, la croissance du mycélium n'a pas été très rapide mais sans qu'il y ai une grande contamination par les autres micro-organismes ce qui en témoigne du bon traitement thermique effectué et des bons conditions de culture.

La maturation des carpophores a nécessité une dizaine de jours. La face supérieure des chapeaux est de couleur brunâtre pour l'ensemble des substrats.

Nous pensons que d'une manière générale, les champignons obtenus, après un apport supplémentaire de paille sur les substrats de grignon d'olive sont de bonne qualité. Nos résultat

sont comparables à ceux obtenus par de nombreux chercheurs (**Zervakis et al., 1996; Upadhyay et al., 2002; Velazquez Cedeño et al., 2002 ; Yildiz et al., 2002; Fan et al., 2006 et Mane et al., 2007**).

Dans le volet de l'étude des activités antioxydantes plusieurs auteurs ont traité l'efficacité antioxydante des extraits des différents champignons comestibles.

Dans une étude menée par **Vamanu et al. (2011)**, l'extrait méthanolique de *Pleurotus ostreatus* à 10 mg/ml a donné un taux de piégeage des radicaux libres de 84% pour la souche EVFB4 et 89% pour la souche EVFB1.

Dans une autre étude **Yilmaz et al. (2016)** ont enregistré des IC_{50} de l'ordre de $15,473 \pm 0,001$; $8,596 \pm 0,002$; $7,641 \pm 0,499$ et $4,937 \pm 0,001$ mg/ml cultivés respectivement sur déchet de culture de pomme de terre, déchets d'arachides, sciure d'oranger et sciure de noyer.

Contrairement à notre étude **Alam et al. (2010)** ont trouvé une efficacité de l'extrait méthanolique de *Pleurotus ostreatus* en enregistrant des taux d'inhibition du radical DPPH de l'ordre de 49,33, 80 et de 85,13% respectivement aux concentrations de 0,125, 0,250 et 2,0 mg/ml.

L'extrait éthanolique du carpophore de *Pleurotus ostreatus* étudié par **Cilerdzic et al. (2015)** a révélé une très faible efficacité à piéger le radical DPPH car il a fallu une concentration allant jusqu'à 32mg/ml pour piéger 70% par contre la concentration de 16mg/ml n'a piégé que 40% de ce radical.

Les valeurs d'inhibition du radical DPPH par l'extrait éthanolique de *P. ostreatus* étudié par **Venkatakrishnan et al. (2010)** ont donné des taux de 12,57% 18,37% 24,62% 34,60% 40,87% 46,65% et 61,74% aux concentrations respectives de 100, 200, 400, 800, 1600, 3200 et 6400 μ g/ml.

En travaillant sur l'effet antioxydant des extraits de *Pleurotus eryngii* **Liang et al. (2013)** ont enregistré des IC_{50} de piégeage des radicaux libre du DPPH de l'ordre de $17,06 \pm 0,40$ mg/ml pour l'extrait éthanolique et de $6,86 \pm 0,11$ mg/ml pour l'extrait aqueux.

Dans l'étude de **Ramkumar et al. (2010)**, l'effet antiradicalaire des extraits méthanoliques de *Pleurotus sajor-caju* et *Pleurotus euosa* révélé une faible efficacité à piéger le radical DPPH à la concentration de 2mg/ml en enregistrant des taux de piégeage compris entre 30 et 40%, par contre la concentration de 6 mg/ml a révélé un taux de piégeage du radical

DPPH supérieur à 60% pour les deux champignons ce qui prouve que la concentration utilisée dans notre étude est insuffisante pour donner une efficacité antiradicalaire.

Le travail de **Menaga et al. (2013)** a révélé une excellente efficacité de l'extrait méthanolique de *Pleurotus florida* à piéger le radical DPPH en enregistrant une IC_{50} de 50 μ g/ml en plus cette efficacité s'est traduite par un taux de piégeage du radical DPPH de 78% à la concentration de 100 μ g/ml alors que la même concentration en acide ascorbique a donné un taux de 85,02%.

Conclusion et perspective

Les grignons d'olives sont des sous produits lignocellulosiques générés de l'industrie oléicole (huilerie), leurs disponibilités en quantité importante est d'une durée déterminée dans l'année, cette période s'étend de décembre à mai (lors de la trituration des olives).

Les travaux entrepris de cette modeste étude renseignent les possibilités de valorisation de ces résidus dans la culture d'une souche de champignons lignocellulosiques comestibles du genre *pleurotus*.

Les pleurotes produits ont manifesté des capacités de développement importantes sur les grignons d'olive sans additifs avec des rendements jugés satisfaisants.

L'incorporation de la paille de blé aux grignons d'olive (5%, 10% et 25%) ont amélioré sensiblement les rendements en carpophores par contre, l'addition de 50% et 75% n'ont pas donné de résultats probants et les rendements enregistrés sont jugés très faibles voir insignifiants.

La culture des champignons exige une formulation appropriée du substrat qui s'avère une étape décisive et les rendements en carpophores en dépendent.

L'objectif de l'étude réside dans la recherche d'une formulation meilleure pour le substrat et les conditions optimales de croissance et de développement du mycélium et de fructification de pleurote.

L'importance des quantités des résidus lignocellulosiques produits annuellement et l'importante des valeurs nutritionnelles et médicinales des pleurotes rapportés par de nombreux chercheurs à travers le monde et partant du principe que les pleurotes ont des complexes enzymatiques qui leur confèrent la capacité de se développer sur divers sous-produits agricoles et que la culture des pleurotes est la technologie la plus facile et simple à entreprendre pour les champignons comestibles, elle est peu coûteuse et d'important investissement, d'où il est intéressant de procéder au niveau locale et national à la culture de cette souche de *Pleurotus ostreatus* à l'échelle commerciale et industrielle.

Les grignons d'olive peuvent constituer un aliment et une source de revenus complémentaires en les valorisant.

Les grignons d'olive sont stockables et peuvent être valorisés toute l'année et ainsi produire des pleurotes en permanence et en continu et alimenter le marché régulièrement.

Le travail entrepris est un cas concret de valorisation de déchets agro-industriels produits localement.

La culture de *Pleurotus ostreatus* est à développer surtout au niveau des zones de production de l'oléiculture ou des huileries d'olives sont aérées.

Cette technique peut être élargie aux autres déchets de l'agro-industrie qui demeurent jusqu'à nos jours non valorisés.

Les champignons comestibles tels que les pleurotes et autres constituent un créneau important à développer dans tous les domaines à savoir en alimentation humaine, animale et dans le domaine de la santé et de l'environnement.

Comme perspectives de cette étude nous préconisons de réaliser le même travail avec d'autres sous-produits de l'agro-alimentaire comme le marc de café, les grains de dattes, mélasses de sucreries.

Les références bibliographiques

A

Alam, nuhu, yoon, ki nam, lee, kyung rim.2010, Antioxidant activities and tyrosinase inhibitory effects of different extracts from *Pleurotus ostreatus* fruiting bodies. *Mycobiology*, vol. 38, no 4, p. 295-301.

Amrouni sais haoua, benmbarek abd el madjid : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie 2 : Ecole National Supérieure Agronomique Amrouni_h@yahoo.fr

Alibes X., Berge P., Martilotti F. Nefzaoui A., Zoïopoulos P. (1984). Utilisation des sous produits

de l'olivier en alimentation animale dans le bassin Méditerranéen. pp 43.

Arab K., Bouchenak O., Yahiaoui K., 2013. Evaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé». *Afrique Science*, 9 (3): 159 – 166

Arora, V. K. (2002) : “The use of the aridity index to assess climate change effect on annual runoff.” *Journal of Hydrology* 265: 164-177

Azbar N., Bayram A., Filibeli A., Muezzinoglu A., Sengul F., Ozer A., 2004. A Review of Waste Management Options in Olive Oil Production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, Taylor & Francis Publisher, 34 (3): 209 – 247.

B

Babu P.D., Subhasree R.S., 2010. Valuing the Suitable Agro-Industrial Wastes for Cultivation of *P. platypus* and *P. eous*. *Advances in Biological Research* 4 (4): 207-210.

Bano Z, Rajarathnam S (2010) *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. *Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.* 27 (2) 87-158.

Brand-williams, wendy, cuvelier, marie-elisabeth, et berset, c. L. W. T. 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, vol. 28, no 1, p. 25-30.

Barros L., Baptista P., Correia D. M., Casal S., Oliveira B., Ferreira I. C .F .R., 2007. Fatty acid and sugar compositions and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. *Food Chem.*, 105: 140-145.

Bouchet P H, Guignard J L, Villard J (1999). Les champignons, Mycologie fondamentale et appliquée. Ed. Masson : Paris. 194 p.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.

Breton C., 2006. Reconstitution de l'histoire de l'olivier (*Olea europaea* subsp. *Europaea*) et de son processus de domestication en région méditerranéenne, étudiés sur des bases moléculaires. Thèse de Doctorat Biologie des Populations et Ecologie. Université Paul Cézanne, France.

Breton C., Berville A., 2012. L'histoire de l'olivier reconstituée à partir de données génétiques : in L'histoire de l'olivier. Editions Quæ, pp. 47 -72.

C

Carlile M.J., Watkinson S.C. The Fungi. 1994. (Academic Press eds).

Chaabane K., Bergaoui R., Ben Hamouda M., 1997. Utilisation de différents types de grignons d'olive dans l'alimentation des lapereaux. *World Rabbit Science*, 5 (1) : 17-21

Chang, shu-ting,1999, World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing, in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, vol. 1, no 4.

Courvoisier M., 1983. Production mondiale des autres champignons. Bulletin de la F.N.S.C.C. Nouvelle série n°59, 113-119.

C.O.I. : Conseil oléicole international. (2009). Production mondiale d'huile d'olive. Tableau

1.Novembre 2009.

Courtecuisse r. & duhem b., 1994, Champignons de France et d'Europe, Ed. Delachaux et Niestlé (ou Ed. Ecléctis pour le grand format).

D

Dugelay A., 1954. Le problème de l'olivier. Revue Forestière Française, (7) : 444-462

Durrieu, Guy., 1993. Ecologie des champignons. Collection d'écologie, édition Masson, Paris Milan Barcelone Bonn ,207 p.

F

Florent J (1993). Microbiologie industrielle, les microorganismes d'intérêts industriels. Ed. Lavoisier Tec et Doc. 612 p

FAO; 2011. Food and agriculture organisation of United Nations.

Fourret G., 1990. Dernières nouvelles des champignons. Edité par l'auteur 337 p.

G

Gibriel AY, Ahmed M, Rasmy N, Rizk I, Abdel-Rehem N S, (1996) Cultivation of Oyster mushroom (*Pleurotus* spp.): Evaluation of different media and organic substrates. Mushroom Biol. Mushroom Prod., Royse (ed.) pp 415-421.

Gülçin, I., Büyükkokuroğlu, M. E., Oktay, M., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2003). Antioxidant and analgesic activities of turpentine of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallsiana* (Lamb.) Holmboe. *Journal of Ethnopharmacology*, 86(1), 51-58.

H

Hachimi, L. (1990). Le secteur de la transformation de l'huile d'olive au Maroc. *Département de Technologie Alimentaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II-Rabat-Maroc.*

I

Islam M Z, Rahman M H, Hafiz F (2009). Cultivation of Oyster mushroom (*Pleurotus flabellatus*) on different substrates. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 4(1): 45 – 48

K

Kapellakis I.E., Tsagarakis K.P., Crowther J.C., 2008. Olive oil history, production and by-product management. *Rev Environ Sci Biotechnol* 7(1): 1–26.

L

Lamrani K. (2009). Etude de la biodiversité des moisissures nuisibles et utiles isolées à partir des Maâsra du Maroc. Thèse de Doctorat. Université Mohamed V – AGDAL, Faculté des Rabat. p 149.

M

Madelin T.M. 1994. Fungal aerosols: a review. *Journal of aerosol science*. 25: 1405-1412.

Mandeel Q.A., Al-Laith A.A., Mohamed S.A., 2005. Cultivation of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.) on various lignocellulosic wastes. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 21:601–607.

Mansour-Benamar M., Ammar-Khodja N., Chavant L., 2010. Valorisation du grignon d'olive par la culture d'une souche de champignon comestible, *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fries) Kummer, isolée à Oued-Aissi (Tizi-Ouzou, Algérie). Journées d'études: Les Journées Internationales de Biotechnologie 2010 de l'Association Tunisienne de Biotechnologie. 19 - 22 Décembre, Yasmine Hammamet, Tunisie.

Menaga, D., Rajakumar, S., & Ayyasamy, P. M. (2013). Free radical scavenging activity of methanolic extract of *Pleurotus florida* mushroom. *Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 975-1491.

Molina E., Aguilera J.F., 1991. Utilisation des sous-produits de l'olivier dans l'alimentation des ovins. In : Tisserand J.-L. (ed.), Alibés X. (ed.). Fourrages et sous-produits méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 16)(: 163-166 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens)

Moussouni A., 2009. L'oléiculture : Technologie et développement. *Filaha Innove*, n°4, pp 8-9.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26(2), 211-219.

Muller P., 1984. Le technicien et le paysan. Essai sur la politique française de modernisation de l'agriculture, de 1945 à nos jours, Économie et humanisme/Éditions Ouvrières.



Nefzaoui A., Abdouli H., Ksair H. (1981). Séminaire international sur la valorisation des sous produits de l'olivier. FAOPNUD, Monastir, Tunisie. 67-72.

Nefzaoui A., Marchaud S. et vandebelle M. (1982). Valorisation de la pulpe d'olive dans l'alimentation des ruminants. In :Tropical animal production for the benefit of man. International colloquium, Antwerp, Belgium. 309-314.

Nefzaoui A., Hellings P. et Vanbelle M. (1983). Ensiling olive pulp with ammonia: Effects on voluntary intake and digestibility measured by sheep. 34th. Annual Meeting of the study commission EAAP Madrid.

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

Niaounakis m. Et halvadakis cp (2006). Revue de la littérature sur les déchets de traitement de l'olive et étude des brevets Série sur la gestion des déchets, vol. 5, 2e éd. Elsevier.

O

Olivier J M, Laborde J, Guimberteau J, Poitou N, Houdeau G, Delmas J (1991) La culture des champignons. Ed. Armand Colin? 160 p.

P

Perraud-Gaime I., Lakhtar H., Aouidi F., Labrousse Y., Belkacem N., Macarie H., Artaud J., 2009. Valorisation biotechnologique des sous produits de l'olivier par Fermentation en Milieu Solide. Olivebioteq, "Pour un secteur oléicole rénové, rentable et compétitif en Méditerranée"(For a renovated, profitable and competitive Mediterranean olive growing sector), 15 au 19 décembre à Sfax (Tunisie). Proceedings édités par Karray B. et Khecharem J.(IO, Tunisie) et Roussos S.(IRD, France), pp. 294-300.

R

Ramkumar, L., Ramanathan, T., Thirunavukkarasu, P., & Arivuselvan, N. (2010). Antioxidant and radical scavenging activity of nine edible mushrooms extract. *International Journal of Pharmacology*, **6(6)**, 950-953.

Roginsky, V., & Lissi, E. A. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food chemistry*, *92(2)*, 235-254.

S

Salhi-Mohand oussaid O. (2004). Valorisation de sous-produits et déchets lignocellulosiques par culture de microorganismes cellulolytiques.Thèse de Doctorat. Insitut national agronomique El-harrache. p 131.

Sansoucy R., 1984. Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin Méditerranéen. Etude FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Production et Santé Animales, 43, Rome. 148p.

T

Tachenon A (1999). LA Science des champignons. [http:// www. Tachenon. Com](http://www.Tachenon.Com)

Tefiani, C., Riazi, A., Belbachir, B., Lahmar, H., Aazza, S., Figueiredo, A. C., & Miguel, M. G. (2016).

Ammoides pusilla (Brot.) Breistr. from Algeria: Effect of harvesting place and plant part (leaves and flowers) on the essential oils chemical composition and antioxidant activity. *Open Chemistry*, **14(1)**, 343

350.

Theriez M. et Boule G. (1970). Valeur alimentaire du tourteau d'olive. *Ann. Zootech.* 19: 143–157.

U

Upadhyay R C, Verma R N, Singh S K, Yadav M C ,2002. Effect of organic nitrogen supplementation in *Pleurotus* species. *Mushroom Biol. Mushroom Prod.* Sánchez et al. (ed.), p. 225-232

V

Vaccarino C., Tripodo M.M., Gregorio A., Salvo F., Laganag G. (1982). Amélioration de la valeur nutritionnelle des grignons d'olive par un traitement au carbonate de sodium. *Les Oléagineux*.37: 307-312.

Vamanu E., Ene M., Vamanu A., Smarandache D., Sârbu I., Popa O., Băbeanu N., Niță S., Veaceslav B. (2011).Antioxidant and antibacterial properties of the extracts from *Pleurotus ostreatus* EVFB1 and EVFB4. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(1), 41.

Velázquez - Cedeño M.A., Mata G. & Savoie J.M., 2002.Waste-reducing cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius* on coffee pulp: changes in the production of some lignolytic enzymes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18: 201-207.

Venkatakrishnan, V., Shenbhagaraman, R., Kaviyarasan, V., Gunasundari, D., Radhika, K., Dandapani, R., & Jagadish, L. K. (2010).Antioxidant and antiproliferative effect of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Phytology*, **2(1)**: 022–028.

W

Whitaker A. (1992). Actinomycetes in submerged culture. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 32: 23-

35.

Wong Y.-S., Wang X., 1991. Degradation of tannins in spent coffee grounds by *Pleurotus sajor-caju*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, (7): 573-574.

Y

Yılmaz, A., Yıldız, S., Kılıç, C., & Can, Z. (2016).Total phenolics, flavonoids, tannin contents and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* cultivated on different wastes and sawdust. *International Journal of Secondary Metabolite (IJSM)*, 4(1).

Z

Zervakis G., Yiatras P., Balis C., 1996. Edible mushroom from olives oil mill wastes. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, pp 237-243.

Sites consultés :

[https://viagallica.com/f/pleurote en forme huitre.htm](https://viagallica.com/f/pleurote%20en%20forme%20huitre.htm).

<http://champignonscomestibles.com/pleurote-en-huitre-pleurotus-ostreatus>

[https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/pleurote forme huitre-fiche.pdf](https://afsq.org/wp-content/uploads/2017/07/pleurote%20forme%20huitre-fiche.pdf).

<http://champignonscomestibles.com/pleurotes>

[http://informations-documents.com/environnement.ecole/pleurotes .htm](http://informations-documents.com/environnement.ecole/pleurotes_.htm).

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

<http://espacepurlavie.ca/role-des-champignons-dans-la-nature>