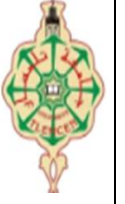




REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID – TLEMCEM



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

# MEMOIRE

*En vue de l'obtention du*

## **Diplôme de MASTER**

**En Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité**

### Sujet

**Etude de l'effet de l'incorporation des antibiotiques sur la  
croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*.**

présenté le ..... par : MADANI Romaïssa

**Le 14 Juillet 2024 devant le jury composé de**

**Dr AZZI Nouredine**

**Président**

**Dr BENYOUB Nor Eddine**

**Examinateur**

**Dr HABI Salim**

**Examinateur**

**Dr TEFIANI Choukri**

**Encadrant**

**Année universitaire : 2023-2024**

## Remerciements

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le bon Dieu de nous accorder la force et le courage pour réaliser ce travail.

Nous tenons dans ces lignes à exprimer nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à notre encadreur **M. TEFIANI Choukri** qui nous a confié ce sujet et qui a illuminé le chemin pour sa réalisation, pour ses encouragements et sa présence malgré ses nombreuses préoccupations.

Nos remerciements vont également à **M<sup>me</sup>. SPIGA Nerdjes** qui a partagé avec nous la pénibilité de ce travail, pour sa disponibilité, ses conseils et sa gentillesse.

Nos vifs remerciements s'adressent particulièrement à :

**DR AZZI NOUREDDINE** qui nous a fait le grand honneur de présider le jury de notre soutenance.

.....d'avoir pris autant de temps pour faire partie du jury.

Que toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, trouvent dans ces lignes l'expression de notre reconnaissance et nos remerciements les plus sincères.

## Dédicaces

*A mes chers parents, qui m'ont encouragé et soutenue durant toutes mes années d'études et à qui je dois beaucoup de ce qui est de bien dans ma vie, que **ALLAH** les récompense avec sa générosité infinie.*

*A Mon mari*

*A mes sœurs*

*A toute ma famille et à tous mes amis.*

ROUMAÏSSA

## Résumé :

Le pleurote en huitre est un champignon à chair blanche appartenant à la famille des basidiomycètes. Il est cultivé de plus en plus en raison de ses propriétés nutritives et médicinales. L'objectif principal de cette recherche est de déterminer l'impact de deux antibiotiques sur la croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*. Les résultats obtenus avec le premier antibiotique Pénistreptomycine ont été positifs pour la croissance des champignons, car nous avons constaté une croissance de la souche étudiée même à la plus haute concentration de 200µg/ml. Une fois incubée pendant 4 jours à une température de 25°, la taille la plus élevée a atteint 2cm et qui a été comparable à celle du témoin. L'utilisant le deuxième antibiotique a révélé des résultats moins positifs sur la croissance des champignons, car après une incubation de 4 jours à une température de 25°, ce qui est traduit par une croissance du mycélium de l'ordre de 0,3cm. D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que la présence d'antibiotiques possède une influence sur la croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*, à différentes concentrations et aussi selon le type d'antibiotique.

**Mots clés :** *Pleurotus ostreatus* – Croissance Mycélienne – antibiotiques – Pénistreptomycine

– oxytetracycline.

## ملخص

فطر المحار هو فطر أبيض اللحم ينتمي إلى الفطريات الباسيديومية *Pleurotus ostreatus*. يتم زراعته بشكل متزايد بسبب خصائصه الغذائية والطبية. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحديد تأثير اثنين من المضادات الحيوية على نمو السلالة المحلية من الفطر الصالح للأكل (الفطر المحاري)

النتائج التي تم الحصول عليها مع أول مضاد حيوي بينيتريبتومييسين كانت إيجابية لنمو الفطر، حيث لاحظنا نموا في السلالة التي تمت دراستها على الأكثر تركيز عال من 200 مغ/مل. بمجرد حضنها لمدة 4 أيام عند درجة حرارة 25 درجة بلغ طول حجمها 2 سم  
أظهر المضاد الحيوي الثاني اوكسييتيغاسيين نتائج أقل إيجابية على نمو الفطريات لأنه بعد حضناته لمدة 4 أيام عند درجة حرارة 25 درجة، والتي بلغ طول حجمها 0.3سم

بناء على النتائج التي تم الحصول عليها لدينا، وجد أن وجود المضادات الحيوية له تأثير على نمو الفطريات بتركيزات مختلفة

**الكلمات الدالة – *Pleurotus ostreatus*: النمو الفطري – المضادات الحيوية – *Penistreptomycin* – أوكسي تتراسيكلين.**

## Abstract:

The oyster mushroom is a white-fleshed mushroom belonging to the basidiomycetes. It is being cultivated more and more because of its nutritional and medicinal properties. The main objective of this research is to determine the impact of two *Pleurotus ostreatus* mycelium growth. The results obtained with the first antibiotic Penitreptomycin were positive for the growth of fungi, because we have observed a growth of the strain studied even at the most high concentration of 200µg/ml. Once incubated for 4 days at a temperature of 25°, The tallest size reached 2cm and was comparable to that of the control. Using the second antibiotic showed less positive results on fungal growth, because after an incubation of 4 days at a temperature of 25°, which is translated into a growth of the mycelium of the order of 0.3cm. Based on the results obtained, we have found that the presence of antibiotics has an influence on mycelium growth of *Pleurotus ostreatus*, in different concentrations and also according to the type of antibiotic.

**Keywords:** *Pleurotus ostreatus* – Mycelial growth – antibiotics – Penistreptomycin–Oxytetracycline.

## ***Table de matières:***



## Table de matières:

Introduction ÷ .....	15
Chapitre I : Les champignons .....	18
I-Généralités sur les champignons .....	19
I.1.Biologie de champignons : .....	19
I.1.1.Historique .....	19
I.1.2Définition : .....	20
I.1.2. Le cycle de vie du champignon: .....	21
A.  Reproduction sexué des champignons.....	22
1.3. Classification des champignons : .....	22
3.1. Ascomycètes .....	22
3.2. Basidiomycètes .....	23
1-5. Intérêts des champignons dans les divers domaines.....	25
5.1. Domaine médical :.....	25
5.2. La nutrition.....	25
5.3. L'écologie : .....	26
6. Pleurotus ostreatus .....	26
6.1. Qu'est-ce que le pleurote : .....	26
6.2. Le cycle de vie : .....	27
6.3. Les conditions optimales pour la fructification.....	27
6.3.1. Température :.....	27
6.3.2. Humidité : .....	28
6.3.3. Lumière :.....	28
6.3.4. Oxygène et dioxyde de carbone : .....	28
6.4. Caractéristiques nutritionnelles et propriétés médicinales : .....	28

6.4.1. La valeur nutritionnelle : .....	28
6.4.2. Propriétés pharmaceutiques et applications médicales :.....	29
Chapitre 2 : .....	31
les antibiotique.....	31
Les antibiotique .....	31
1.Historique :.....	32
2.Définition d'un antibiotique : .....	33
3.Mode d'action: .....	34
4.Rôle des antibiotiques dans la chimiothérapie anti infectieuse : .....	35
4.1.Antibiothérapie : .....	36
5.Résistance aux antibiotiques : .....	38
5.1.Mecanisme de Résistance : .....	39
1. Matériel .....	41
1-Preparation de PDA .....	42
Résultats.....	48
Discussion.....	54

# *Liste des figures*





# Liste des tableaux



<b><u>Tableau 1</u></b> :Composition nutritionnelle de pleurote en huitre ( <b>khan, 2010</b> ).....	32
<b><u>Tableau 2</u></b> :annee introduction et de l'apparition des premières résistances des antibiotique <b>Source : ANSM</b> .....	38
<b><u>Tableau 3</u></b> :concentration des antibiotique.....	45
<b><u>Tableau 4</u></b> :les mesures de croissance de champingnon de chaque antibiotique .....	51

# Liste des abréviations



**cm** : centimètre.

J:jour

**ml** : Millilitres

**mg/ml** : Milligramme par millilitre

# **Synthèse bibliographique**

## **Introduction :**

Parmi les 15 000 espèces de champignons supérieurs réparties dans le monde, en particulier dans de nombreux pays de la zone tempérée nord, plus de 2000 espèces sont comestibles (**Shao, et al., 2020**).

Les champignons font partie de l'alimentation humaine depuis des milliers d'années. Ils sont principalement estimés pour leur saveur, mais ils peuvent aussi être un complément sain à l'alimentation. Néanmoins, une augmentation de la consommation alimentaire de champignons a été observée car ils contiennent des protéines, des sucres, du glycogène, des lipides, des vitamines, des acides aminés et des fibres brutes. Ils contiennent également des nutriments minéraux et sont riches en vitamine B, qui agit comme un agent protecteur pour le foie, en vitamine D et en vitamine K (**Wong et Chye, 2009 ; Kalaras et al., 2017**). Récemment, les champignons sont devenus un aliment fonctionnel et thérapeutique attirant principalement en raison de leur composition chimique, qui s'explique par la capacité antioxydante des champignons à piéger les radicaux libres responsables des lésions oxydatives des lipides, des protéines et des acides nucléiques (**Elmastas et al., 2007**).

Les champignons peuvent être utilisés sous forme d'aliments ou de compléments alimentaires comme conservateurs ou curatifs dans le traitement de nombreuses maladies. Une alimentation équilibrée incluant la consommation de champignons présente un grand avantage en termes de bénéfices des propriétés nutritionnelles et médicinales des champignons (**Abouroh, 2011 ; Stojkovic et al., 2019**).

Le pleurote est l'un des champignons comestibles les plus cultivés dans le monde, avec *Agaricus bisporus* et *Lentinula edodes* (**Kalac, 2013**), occupant environ 16 % de la production mondiale de champignons comestibles (**Wan Mahari et al., 2020**). Le pleurote est riche en protéines, polysaccharides, vitamines (B, C et D) et éléments (fer, calcium et potassium) (**Mishra et al., 2021**).

Dans leur écosystème naturel, les Pleurotes, possèdent une large tolérance à la température et poussent généralement sur les bois durs des forêts. Artificiellement, ces genres de champignons peuvent être cultivés sur divers sous-produits agro-industriels lignocellulosiques, grâce à leur système enzymatique complexe, avec des avantages en termes de temps et d'efficacité biologique et de culture (**Philippoussis et al., 2001 ; Philippoussis et al., 2007**).

Leurs enzymes ligninolytiques (par exemple la laccase, la peroxydase de lignine, la peroxydase de manganèse et la peroxydase polyvalente), ainsi que leurs enzymes hémi-cellulolytiques (par exemple les cellulases, les xylanases), ont diverses applications dans l'industrie alimentaire et des boissons et dans le domaine de traitement des effluents (**Aggelis et al., 2003; Reddy et al., 2003**).

Les antibiotiques sont une classe de métabolites secondaires produits par des micro-organismes, ainsi que des composés analogues chimiquement synthétisés ou semi-synthétisés, qui peuvent inhiber la croissance et la survie d'autres micro-organismes (**Demain et Sanchez, 2009**). Les antibiotiques sont très utiles comme agents thérapeutiques dans le traitement des maladies infectieuses humaines, et de nos jours, les antibiotiques sont également largement utilisés dans l'industrie de l'élevage et de l'aquaculture (**Nisha, 2008**).

Les antibiotiques vétérinaires sont initialement utilisés pour la prévention et le traitement des maladies animales, mais ils sont progressivement ajoutés comme additifs alimentaires en tant que prophylactiques et promoteurs de croissance, ce qui dépasse de loin leur utilisation comme thérapeutiques pour les animaux à l'heure actuelle (**Gelband et al., 2015**). Les antibiotiques peuvent pénétrer dans l'environnement aquatique et terrestre par divers chemins (**Ashbolt et al., 2013**).

Étant donné que les antibiotiques sont largement utilisés de nos jours, les évaluations des risques d'exposition humaine à la résistance aux antibiotiques dans l'environnement ont attiré une attention croissante (**Ashbolt et al., 2013**). L'utilisation massive d'antibiotiques peut exercer une forte pression de sélection sur le système microbien humain et naturel (**Qiao et al., 2017**). L'évaluation des risques pour la santé humaine vise à estimer la probabilité de maladies et de décès causés par l'infection associée aux bactéries résistantes aux antibiotiques (**Manaia, 2017**). La présence d'antibiotiques dans le système microbien peut entraîner des changements génétiques ou mutationnels chez les bactéries normalement sensibles, permettant à ces bactéries de survivre et de proliférer davantage en tant que bactéries résistantes aux antibiotiques qui portent des gènes de résistance aux antibiotiques (**Martinez, 2009**).

L'objectif de ce travail est consacré à la détection de l'effet de deux antibiotiques sur la croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*.

Le manuscrit est scindé en trois parties : la première partie est réservée à une synthèse bibliographique qui donne un aperçu général sur les champignons et une partie bibliographie sur les antibiotiques. La deuxième partie est consacrée au travail expérimental basé sur la l'utilisation de deux antibiotiques sur la croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*. Une dernière partie consacrée aux résultats et discussion.

# ***Chapitre I : Les champignons***

# **Chapitre I : Les champignons**

## **I-Généralités sur les champignons**

### **I.1.Biologie de champignons :**

#### **I.1.1.Historique**

Historiquement, les champignons étaient classés dans le règne végétal, mais la taxonomie moderne considère les champignons comme un groupe distinct d'organismes du règne Mycota, principalement en raison de la présence de substances chitineuses à l'intérieur de leurs cellules. **(Sharifi-Rad et al., 2020).**

Les champignons sont des organismes eucaryotes possédant de véritables noyaux. Ils sont hétérotrophes (vis-à-vis du carbone), c'est-à-dire incapables, contrairement aux plantes, de synthétiser par la photosynthèse des composés organiques (comme les glucides) à partir du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Ils doivent donc trouver du carbone organique dans leur environnement. Ce sont des organismes absorbotrophes car ils sont capables d'absorber les substances nutritives par absorption. Les champignons sont généralement constitués d'un appareil végétatif ramifié, diffus, non différencié et tubulaire appelé thalle. Ce thalle, non cloisonné chez les champignons inférieurs (Zygomycota, Glomeromycota), est appelé siphon alors qu'il est cloisonné ou septé chez les champignons dits supérieurs (Ascomycota et Basidiomycota). Plus rarement, certains champignons peuvent rester sous forme unicellulaire : il s'agit des levures. Chez les champignons, la reproduction s'effectue par moyen de spores non flagellées de façon sexuée ou asexuée. **(Fons et al., 2018).**

Même si les champignons sauvages sont saisonniers et peuvent être collectés et utilisés, ils peuvent être cultivés à partir des spores. **(Sharifi-Rad et al., 2020)**

### **I.1.2 Définition :**

Les champignons Il est probable que ce groupe extrêmement varié compte plus de 150 000 espèces (dont environ 60 000 sont mentionnées), dont certaines sont microscopiques, tandis que d'autres peuvent atteindre des dimensions très importantes. Ce qu'on appelle en général « champignon », du moins pour ceux que nous pouvons observer à l'œil nu, il ne représente que la partie visible d'un organisme plus important qui est enfoui dans le sol ou le substrat et sur lequel il pousse.

Les champignons appartiennent au règne des Eumycètes, c'est-à-dire « vrais champignons », et sont des organismes indispensables au maintien des écosystèmes terrestres (Després, 2012). Effectivement, les champignons métamorphosent les substances chimiques essentielles qui constituent la matière organique en composants similaires à ceux d'autres organismes. **(Campbell., 1995).**

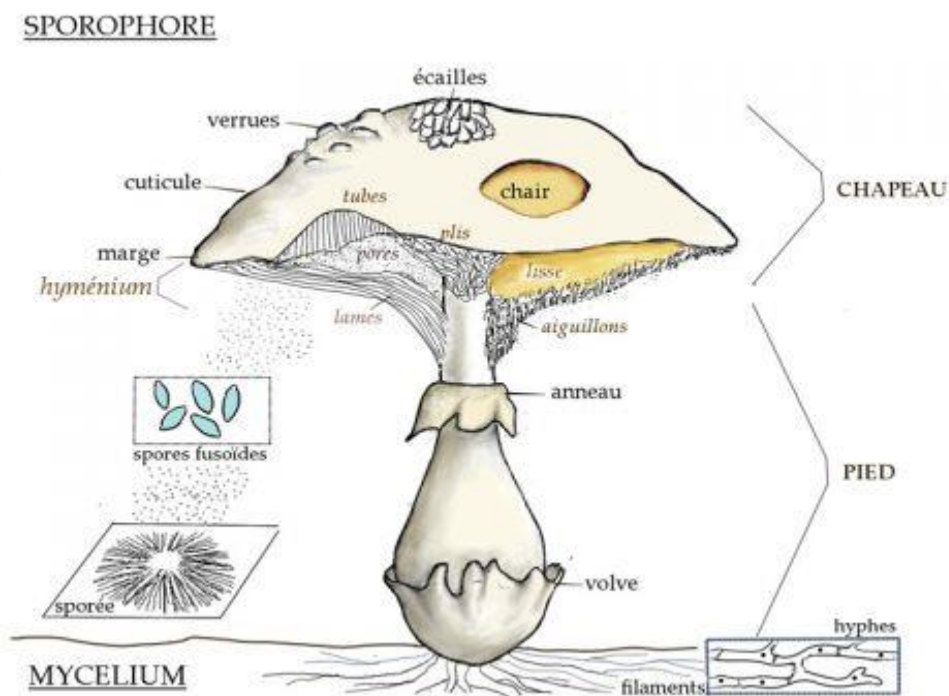
Depuis des milliers d'années, les avantages pour la santé de la consommation de champignons sont établis. Depuis plus de 2 000 ans, les produits à base de champignons sont employés en tant que suppléments nutritionnels ou médicaments.

pays du Moyen-Orient. Au cours des dernières années, les champignons ont suscité l'intérêt des chercheurs à travers le monde en tant que sources de composés bioactifs qui ont un impact bénéfique sur le fonctionnement du corps humain. Après ces recherches, des « médicaments fongiques » ou des « suppléments fongiques » ont été commercialisés à l'échelle mondiale. **(Marta et al.,2012).**

Sur le plan microscopique, les champignons sont constitués d'hyphes, des filaments formant de longues chaînes de cellules continues ou ramifiées (figure 1). Ces cellules sont séparées les unes des autres par des septums, un type de cicatrices.

En général, une barrière possède un pore permettant le passage du cytoplasme. Le mycélium est le réseau d'hyphes d'un même champignon, qui se trouve sous terre. On peut voir sur le sol des champignons forestiers, c'est-à-dire la fructification du champignon, le carpophore (ou sporophore) qui renferme

les spores prêtes à être dispersées dans l'environnement. L'hyphe possède un ou deux noyaux (monocaryotique), deux ou plusieurs noyaux (dicaryotique), ce qui les différencie des cellules animales et végétales. La paroi des cellules l'exosquelette des arthropodes est constitué de plusieurs polysaccharides, dont la chitine, qui est également présente dans l'exosquelette des arthropodes .  
**(Philippe.,2016).**



**Figure 1: : Anatomie structurale de champignons(site 1)**

### ***1.1.2. Le cycle de vie du champignon:***

La vie d'un champignon est très complexe. Un champignon est principalement composé d'un vaste réseau de filaments souterrains, le mycélium et qui est la partie concernée et la plus importante d'un champignon . La sortie de terre que nous connaissons est connue sous le nom de "carpophore" en langage scientifique. Des dizaines de millions de cellules minuscules sont produites par le carpophore « spores

», indispensables à la croissance du champignon. Comme cela le démontre la **figure 2 (site 2)**.

### **A. Reproduction sexuée des champignons:**

Malgré la durée de la reproduction sexuée et la production de descendants réduite, les champignons la pratiquent afin :

- Améliorer sa diversité génétique.
- Être confronté aux multiples maladies ou conditions néfastes.

Pour la reproduction sexuée, deux individus de la même espèce fusionnent leur matériel génétique afin de former un nouvel individu qui présente les caractéristiques des deux. Les mécanismes de reproduction sexuelle des champignons sont nombreux, mais les plus importants sont les suivants :

**La somatogamie** : se produit lorsque deux champignons de la même espèce fusionnent leurs cellules végétatives ou leurs hyphes somatiques afin de créer un zygote. Il peut être soit homothalique (si les hyphes sont de la même personne) soit hétérothalique (si les hyphes sont de personnes différentes). Site 2

**Gamétangium** : est une espèce de champignons où les cellules sexuelles mâles et femelles se fusionnent et placent les noyaux gamétiques dans un tube de fécondation.

**Gamétangiogamie ou copulation gamétangiale**: Les gamétanges de deux champignons très proches se rencontrent afin de former un zygote contenant les gènes des deux.

La reproduction implique des gamètes mobiles et/ou immobiles, avec des spores ou des spermatides et des ovogonies (**site4**).

## **1.3. Classification des champignons :**

Les champignons supérieurs sont divisés en :

### **3.1. Ascomycètes**

Les ascomycètes constituent le plus grand et le plus varié groupe de champignons, avec environ 65 000 espèces connues. Les ascomycètes se trouvent à travers le monde et se trouvent dans différents milieux. Certains d'entre eux ont des effets néfastes tandis que d'autres sont bénéfiques pour

l'homme, tels que *Penicillium* et *Saccharomyces cerevisiae*. (Taylor et al., 2015).

### 3.2. Basidiomycètes

Selon Taylor et al. (2015), ce groupe comprend plus de 31 000 espèces décrites, dont environ 37% des champignons décrits, dont *Pleurotus ostreatus*. Les basidiomycètes jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème et ont développé des dépendances aux substrats d'une importance écologique considérable, notamment dans les écosystèmes forestiers qui constituent une source de nourriture importante pour certains animaux, notamment pour les insectes.



**Figure 2:** Cycle de vie et reproduction chez les champignons (site 4)

#### **1.4.Mode de nutrition de champignons :**

Les champignons, qui sont hétérotrophes, sont classés en trois catégories en fonction de leur mode de vie : les saprophytes, les parasites et les symbiotiques.

##### **A. Saprophytes:**

La plupart des macrofmycètes sont des champignons saprophytes qui se nourrissent de matières organiques mortes provenant de végétaux (feuilles et débris végétaux) ou d'animaux (cadavres). En fonction du matériau qu'ils décomposent, Il existe différentes espèces de champignons saprophytes : humicoles (décomposant la matière organique du sol), lignicoles (décomposant la matière organique du bois mort), saprophytes de la litière (décomposant les feuilles mortes, les brindilles et autres débris végétaux), herbicoles (sur les plantes herbacées), fongicoles (sur d'autres champignons) et coprophiles (vivant sur les excréments). Le bois mort et les débris végétaux sont décomposés par une série d'espèces saprophytes qui se spécialisent dans la dégradation des glucides et des hydrates de carbone hydrolysables, de la cellulose et de l'hémicellulose, ainsi que de la lignine. La principale raison de cette particularité réside dans la nature biochimique des enzymes qu'ils peuvent produire (**Mesfek., 2014**).

##### **B. Parasites:**

Les champignons parasites se nourrissent de l'écosystème animal ou végétal. Près de 20 % des espèces de champignons connus peuvent être parasites. Les parasites biotrophes survivants sont classés en fonction du substrat parasité.

Les organismes vivants et les parasites nécrotrophes qui survivent en saprophytes sur l'hôte parasité après leur mort. La différenciation entre les saprophytes et les parasites est parfois difficile chez certains champignons, car ils pratiquent les deux modes de vie. C'est le cas du polypore amadouvier et de l'armillaire couleur de miel, qui peuvent parasiter les parties vivantes de l'arbre

avant de continuer à vivre en saprophytes sur l'arbre mort. Certains parasites champignons sont à l'origine de différentes maladies chez l'homme, les animaux, les plantes et même les champignons. **(Mesfek., 2014).**

### **C. Symbiotique:**

Les champignons mutualistes ou symbiotiques forment des liens gagnants avec d'autres organismes, qu'ils soient des végétaux supérieurs (mycorhizes), des insectes (termites-champignons), des algues ou des plantes Lchens (cyanobactéries). **(Mesfek., 2014)**

## **1-5. Intérêts des champignons dans les divers domaines**

### **5.1. Domaine médical :**

Les champignons comestibles contiennent une grande quantité de protéines et de fibres insolubles, ainsi que dix-neuf acides aminés. De plus, ils contiennent peu de lipides et de composés bioactifs. Ces derniers ont montré leur potentiel en tant qu'immunomodulateurs et anti-tumeurs. Les médicaments cardiovasculaires, antiviraux, antibactériens, antiparasitaires, protecteurs de l'hépatite, antioxydants et antidiabétiques peuvent être issus aussi des champignons **(Kalac, 2013 ; Friedman, 2016).**

En outre, de nombreux champignons sont réputés pour leur concentration élevée en polysaccharides (alpha-glucanes, bêta-glucanes et chitine), ainsi que pour leurs molécules capables de réguler la réponse immunitaire chez les animaux et les humains et d'inhiber la croissance de certaines tumeurs. **(Villares, 2012).**

### **5.2. La nutrition :**

Le champignon est riche en eau (93-95%), il renferme des minéraux essentiels tels que le fer, le potassium, le phosphore, le calcium et le cuivre. En comparaison avec la matière sèche, il renferme également 56 % de glucides, 30 % de protéines, 2 % de matières grasses et 10 % de lipides de Cendres, Il contient aussi de la vitamine B et de la vitamine D. **(singh, 2017).**

Le contenu en matières grasses des champignons est limité (2 à 3 % par rapport à la matière sèche) et est principalement constitué d'acides gras insaturés. Les acides linoléique et oléique représentent plus des deux tiers du poids total de tous les acides gras présents dans les champignons. **(Marçal et al., 2021).**

### **5.3. L'écologie :**

Le compostage est une méthode utilisée dans le domaine de la culture des champignons pour réutiliser le substrat de culture de champignons en tant que conditionneur ou pesticide naturel, sans agents pathogènes présents dans le sol. **(Lou et al., 2017).**

## **6. *Pleurotus ostreatus***

### **6.1. Qu'est-ce que le pleurote :**

Il s'agit d'un groupe de champignons cosmopolites qui présentent une grande valeur nutritionnelle et thérapeutique, ainsi qu'une variété de propriétés biotechnologiques et environnementales. **(Knop et al., 2015).**

Ils sont parmi les basidiomycètes les plus appréciés à l'échelle mondiale (figure3), d'autant plus qu'ils occupent la troisième place dans la production de champignons comestibles, derrière les espèces du genre *Agaricus* et *Lentinula*. **(Fernandes et al., 2015).**



**Figure 3** : Le pleurote en hître (Pleurotus ostreatus) (Russell2014).

## **6.2. Le cycle de vie :**

Les pleurotes traversent une phase végétative et une phase reproductive pendant leur cycle de vie. En ce qui concerne la phase végétative, les mycéliums se développent à la fois sous et à l'intérieur de la plante. Le rôle des mycéliums dans la synthèse des nutriments à partir du substrat est crucial. Ils produisent des enzymes qui dégradent les matières organiques mortes en particules plus simples, qui sont ensuite absorbées en tant que nutriments. (Temple,2017 ; Ou, 2017).

## **6.3. Les conditions optimales pour la fructification**

### **6.3.1. Température :**

Il est possible de cultiver les pleurotes dans des conditions climatiques tropicales avec une température allant de 15 à 30°C, mais la température idéale pour la croissance du mycélium est de 25°C. (Ogundele et al., 2014 ; Mkhize et al.,2016).

### **6.3.2. Humidité :**

L'humidité joue un rôle crucial dans la croissance des pleurotes, car elle doit être située entre 60 et 85 %. En outre, certaines recherches ont indiqué qu'une humidité relative élevée (80-95 %) est requise pour le stade de fructification des pleurotes, ce qui signifie qu'il est essentiel de prévenir l'assèchement du substrat de culture. **(Biswas et al., 2011 ; Samuel et al, 2012 ; Ashraf et al., 2013)**

### **6.3.3. Lumière :**

Bien que la croissance du mycélium ne nécessite pas de lumière, la lumière est cruciale lors de la fructification et peut influencer les caractéristiques des champignons comme la couleur. Les pleurotes nécessitent une intensité lumineuse allant de 80 à 210 lux. pour leur développement. En cas d'obscurité totale de la pièce, les pleurotes ne produiraient que des stipes et non des chapeaux. Si la lumière dans la pièce est insuffisante, les champignons présenteraient de petits chapeaux et de longues tiges, ce qui suggère que la lumière est essentielle pendant la croissance. **(Oei et Nieuwenhuijzen, 2005 ; Choi, 2004 ; Bellettini et al., 2019).**

### **6.3.4. Oxygène et dioxyde de carbone :**

Les pleurotes sont des créatures aérobies qui nécessitent de l'oxygène pour respirer et décomposer certaines substances, telles que la lignine. Lors de la fructification, il est nécessaire que le taux de CO<sub>2</sub> dans le milieu de croissance soit inférieur à 0,1 %. En réalité, des niveaux élevés de CO<sub>2</sub> favorisent la croissance des mycéliums, mais ne favorisent pas les résultats. **(Oei et Nieuwenhuijzen, 2005 ; Olivier, 1991).**

## **6.4. Caractéristiques nutritionnelles et propriétés médicinales :**

### **6.4.1. La valeur nutritionnelle :**

L'espèce pleurote a des caractéristiques gustatives et aromatiques particulières. Sa richesse en fibres, protéines et glucides est reconnue (tableau 2). La composition chimique de *Pleurotus ostreatus* peut varier tant sur le plan qualitatif que quantitatif en fonction de son origine.

La variété, la méthode d'extraction et les conditions de culture. **(Wang et al., 2001)**.

La quantité de protéines de pleurote diffère en fonction des souches, des techniques de culture, de la composition du substrat, du moment de la récolte et de la taille du chapeau.

Les champignons contiennent certains acides gras essentiels, mais pas en quantité

importantes. Il a été constaté que les pleurotes en huitre contiennent l'acide oléique, l'acide linoléique et l'acide arachidonique. **(Deepalakshmi et Mirunalini, 2014)**.

Tableau 1 : Composition nutritionnelle de pleurote en huitre **(khan, 2010)**.

Constituant	Teneur (g/100g champignon séché)
Lipides	0,5-5
Protéines	17-42
Glucides	37-48
Fibres	24-31
Minéraux	4-10
Humidité	85%-87%

#### **6.4.2. Propriétés pharmaceutiques et applications médicales :**

Outre leur valeur nutritive remarquable, les chercheurs ont également prouvé qu'ils ont des propriétés thérapeutiques comme les effets antihypertensifs, antioxydants, antiviraux, antimicrobiens, anti-inflammatoires et immunomodulateurs.

c'est pour un raison qu'ils ont été considéré comme ingrédient alimentaires haut de gamme. **(Carrasco-González et al., 2017)**.

De plus, plusieurs chercheurs ont examiné les propriétés pharmaceutiques des pleurotes, ainsi que leur potentiel et leur efficacité dans le domaine médical. **(Jayakumar et al., 2011; Khatun et al., 2015).**

***Chapitre 2 :***

***les antibiotique***

## 1. Historique :

Il existe depuis des siècles des antibiotiques authentiques dans la médecine populaire : ils sont très efficaces.

Il y a plus de 2500 ans, les Chinois utilisent une pâte moisie fabriquée à partir d'extrait de soja pour soigner certaines infections superficielles, où la moisissure joue un rôle anti-infectieux. Avant **FLEMING**, **PASTEUR** et **JOUBERT** ont observé que l'ingestion de bactéries du charbon était efficace. (*Bacillus anthracis*) chez les animaux empêchait le développement de maladies bactériennes. Ernest **DUCHESNE**, un médecin français, avait déjà constaté à la fin du XIXe siècle que certaines moisissures pouvaient entraver la prolifération bactérienne, mais cette découverte n'a pas été mise en pratique jusqu'aux travaux de Fleming.

En 1910, Paul **EHRlich**, un médecin allemand, développe une substance anti-infectieuse, le Salvarsan®, un dérivé de l'arsenic, qui était utilisé pour traiter la syphilis jusqu'à l'apparition de la pénicilline.

En 1930, le médecin et chimiste allemand **Gerhard DOMAGK**, qui travaillait comme directeur de recherche dans une entreprise spécialisée dans le textile, chercha une activité antibactérienne dans les colorants fabriqués, il a découvert que l'un d'entre eux était efficace pour soigner des souris infectées par un streptocoque. C'est le sulfamido-chrysoïtine (*Rubiazol*®) qui est la première composante de la famille des sulfamides.

La même année, le chimiste français **René DUBOS** réalise une étude sur une molécule.

Produit par les bactéries présentes dans le sol qui peuvent stopper le pneumocoque. Cependant, l'introduction massive des 5 sulfamides à cette même époque entrave ses recherches et ce n'est qu'en 1939 qu'il réussit à isoler la gramicidine, le premier antibiotique naturel. Son extraction et sa purification demeuraient les principaux défis de la pénicilline, et c'est en 1930 qu'il fut abordé par **Ernst Boris CHAIN** et **Howard Walter FLOREY**. Ils développèrent une méthode thérapeutique stable et efficace, utilisée pour la première fois sur des patients.

Cependant, à cette époque, la Seconde Guerre mondiale est en cours, les besoins en pénicilline sont élevés pour les soldats et les civils, et la forme purifiée est très rare. Afin de produire les quantités requises, il a été choisi de solliciter l'assistance des États-Unis qui ont développé des techniques de culture avec un rendement plus élevé. Grâce au soutien de leur gouvernement, les entreprises pharmaceutiques américaines ont réussi à surmonter les problèmes de production de pénicilline à grande échelle.

L'équipe constituée de Fleming, Florey et Chain a reçu le prix Nobel de Médecine pour leur découverte en 1945. ( **Lucie Mangine , 2016**)



## ***2. Définition d'un antibiotique :***

Un antibiotique est une substance, qu'elle soit naturelle ou synthétique, qui est employée pour traiter les infections bactériennes. Deux principaux modes de fonctionnement des antibiotiques sont présents. Certains attaquent la présence de peptidoglycane dans la paroi bactérienne provoquant une déstabilisation de celle-ci et entraînant sa mort. C'est l'action bactéricide, c'est-à-dire qui élimine les bactéries.

Certains influencent le fonctionnement du système protéique de la bactérie en se fixant sur la sous-unité 50s du ribosome bactérien, ce qui inhibe la production de protéines. On parle de bactériostatisme lorsque la bactérie ne peut plus se développer ni se multiplier.

Ainsi, l'antibiotique a la capacité d'empêcher la prolifération des bactéries sans les éliminer.

On évalue l'effet bactériostatique d'un antibiotique tel que l'effet bactéricide en mesurant sa concentration minimale inhibitrice (C.M.I.), c'est-à-dire la concentration minimale de l'antibiotique considérée nécessaire pour inhiber in vitro la croissance d'une bactérie. Cette CMI est évaluée en mesurant les diamètres de diffusion d'un disque rempli d'une concentration réputée d'antibiotique sur une boîte à pétri contenant la bactérie à tester. Chacun d'entre eux a sa propre CMI. (Battrand,2017)

### **3.Mode d'action:**

Plus de 10 000 molécules antibiotiques sont connues , la majorité d'entre elles sont des produits naturels, fabriqués par des procaryotes, des champignons, des végétaux supérieurs, des animaux ou des lichens. Les antibiotiques agissent en bloquant sélectivement une étape d'un processus indispensable à la survie ou à la multiplication des micro-organismes. L'antibiotique cible principalement le mécanisme spécifique des bactéries et n'a pas d'équivalent chez les eucaryotes et surtout chez l'homme. Donc, dans l'idéal, l'antibiotique arrête ou inhibe la prolifération des bactéries, mais n'affecte pas les cellules du patient traité. On peut donc distinguer plusieurs grandes familles de mécanismes d'action des antibiotiques (**figuer 4**). (Battrand , 2017).

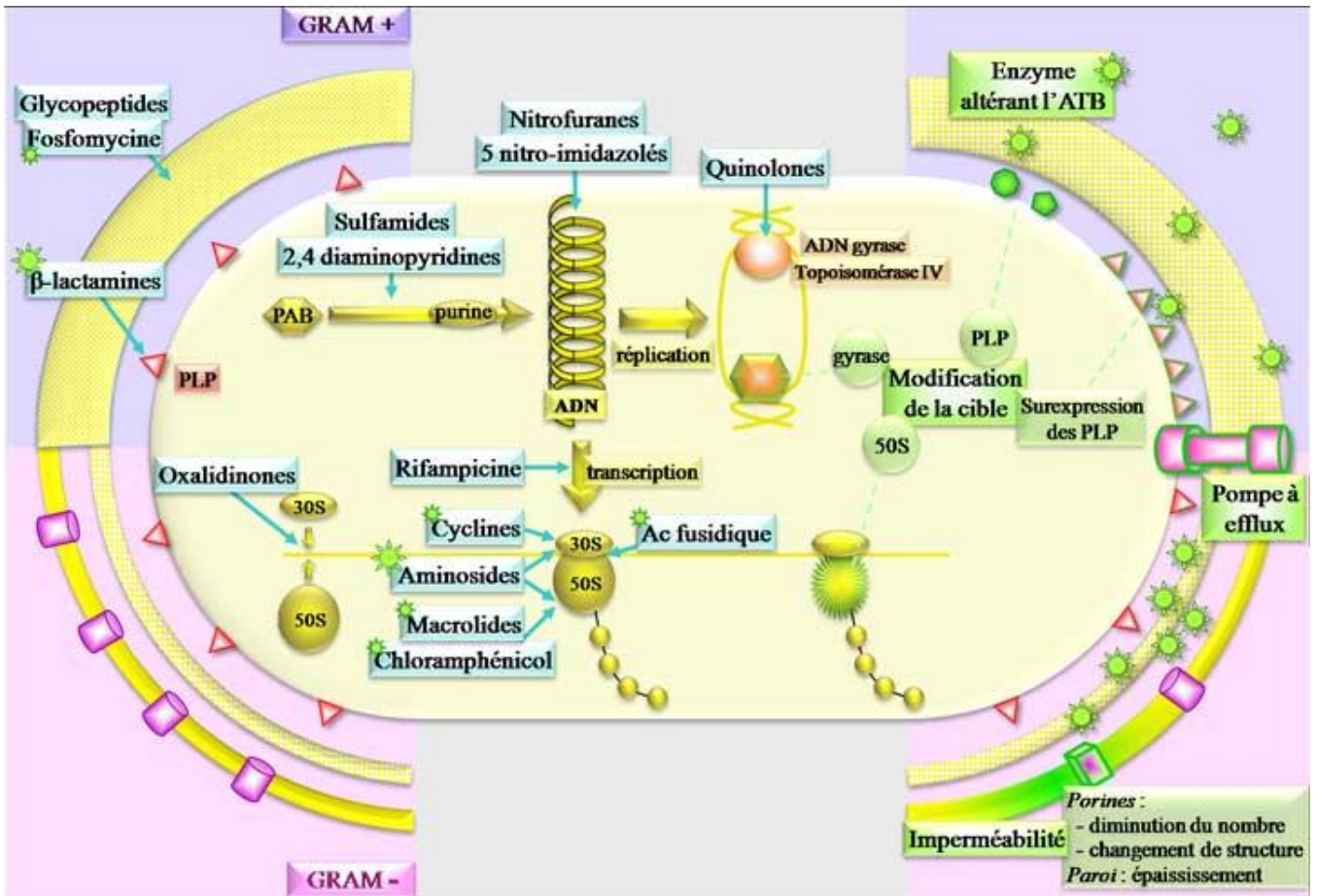


Figure 4. Action des antibiotiques et résistance (Chaussad et al, 2017)

#### 4. Rôle des antibiotiques dans la chimiothérapie anti infectieuse :

En médecine (et en médecine vétérinaire), les antibiotiques sont employés pour combattre les infections bactériennes et doivent être sélectionnés en fonction de leur efficacité sur la bactérie à lutter, ce qui peut être vérifié par un antibiogramme.

Il existe trois objectifs pour l'utilisation des antibiotiques : curatif (antibiothérapie), préventif (antibioprophylaxie) et métaphylactique (site3)

#### **4.1. Antibiothérapie :**

Les antibiothérapies sont des traitements par antibiotiques destinés aux infections bactériennes. En cas de besoin, un prélèvement à visée bactériologique (pour déterminer le germe responsable de l'infection) est effectué avant le début de l'antibiothérapie. Le choix du ou des antibiotiques est effectué par le médecin en fonction du germe en question, du foyer infectieux, de l'état du malade (terrain), des antibiotiques éventuellement déjà prescrits. **(Puyt, 2013)**

Dans la plupart des cas, une antibiothérapie peut consister en une monothérapie à base d'un seul antibiotique, mais parfois elle peut également être une bithérapie (deux antibiotiques) ou même une trithérapie (trois antibiotiques). En combinant plusieurs antibiotiques, il est possible dans certains cas.

En cas d'efficacité accrue sur un germe identifié, ou d'une probabilité maximale d'efficacité si le germe n'est pas identifié. **(site 3)**

L'antibiothérapie prend différentes durées en fonction du germe, de sa localisation, du terrain et de l'évolution de la maladie. Le médecin doit prendre la décision et est souvent poursuivi au-delà de l'amélioration des symptômes du patient pour prévenir toute récurrence.

#### **4.2. Antibio prophylaxie :**

L'antibio prophylaxie est une méthode de prévention des antibiotiques (antibiothérapie préventive). Elle n'est pas recommandée pour soigner une infection bactérienne, mais plutôt pour prévenir le risque de cette infection. En chirurgie et en médecine interventionnelle, l'antibio prophylaxie est fréquemment recommandée afin de prévenir des infections bactériennes potentiellement sévères après une intervention chirurgicale. Il est également possible de prescrire l'antibio prophylaxie en cas d'exposition à un risque

infectieux provenant de l'environnement, de l'environnement ou de l'état de santé du patient. **(M. Leone, 2010)**

Explications.

Chaque lieu d'intervention médicale ou chirurgicale est susceptible de susciter une infection bactérienne. Les blessures ou les ouvertures de la peau sont des entrées privilégiées pour les bactéries pathogènes présentes dans l'environnement ou sur la peau.

Le traitement antibiotique préventif appelé antibioprophylaxie est prescrit avant l'intervention afin de prévenir tout risque infectieux potentiellement grave. La prophylaxie antibiotique n'est pas requise pour toute intervention médicale ou chirurgicale.

Le recours à une antibioprophylaxie avant un acte médical ou chirurgical repose sur plusieurs critères :

- la nature de l'intervention ;
- le risque infectieux associé à cette intervention ;
- Il est important que les antibiotiques sélectionnés soient efficaces contre les bactéries les plus susceptibles d'être à l'origine d'une infection dans un contexte clinique spécifique.
- Il est essentiel que le traitement soit le plus rapide possible en fonction du risque infectieux et de la situation médicale.
- En cas de plaies souillées (accidents de la voie publique) ou après une morsure (transmission de bactéries par la salive de l'animal), une antibioprophylaxie est généralement recommandée. **(M. Leone, 2010)**

## 5. Résistance aux antibiotiques :

Quand une population de bactéries est exposée à l'action d'un antibiotique dans son environnement, elle est soumise à une pression de sélection qui favorise les cellules les plus résistantes à l'action de ces molécules. Petit à petit, l'apparition de changements.

La sélection génétique permettant un niveau de résistance plus élevé est donc effectuée. Grâce à l'effet des antibiotiques sur les bactéries, un processus d'évolution darwinienne « en accéléré » est observé à l'échelle de l'humanité. À la fin des années 1930, les premiers antibiotiques ont été introduits et aujourd'hui, la résistance à ces composés de première génération, tels que la pénicilline et la streptomycine, s'est très largement répandue chez les bactéries, ce qui a conduit à leur utilisation thérapeutique. Le tableau ci-dessous présente les informations. **(la résistance des bactéries consulté le 9 décembre 2014) Source : ANSM**

**Tableau 1:** année introduction et de l'apparition des premières résistances des antibiotique **Source : ANSM**

<b>Antibiotique</b>	<b>Année d'introduction</b>	<b>Apparition des premières résistances</b>
Sulfamides	1936	1940
Pénicilline G	1943	1946
Streptomycine	1943	1959
Chloramphénicol	1947	1959
Tétracycline	1948	1953
Erythromycine	1952	1988
Ampicilline	1961	1973
Ciprofloxacine <sup>44</sup>	1987	2006

Plusieurs antibiotiques sont des substances naturelles ou des dérivés de substances naturelles, souvent fabriqués par des bactéries elles-mêmes afin de neutraliser leurs adversaires dans l'environnement. Dans la plupart des cas, ces bactéries qui produisent des antibiotiques ont évolué en Pendant ce temps, elles possèdent des mécanismes de résistance qui leur permettent d'éviter les effets du composé qu'elles génèrent.

La résistance plus ou moins rapide chez les organismes pathogènes n'est donc pas étonnante, elle est souvent associée soit à l'acquisition par transfert d'un de ces gènes de résistance, soit à une adaptation d'un de ces gènes de résistance à une modification des molécules utilisées. La progression progressive des bêta-lactames par l'industrie (par exemple : céphalosporines de 1<sup>re</sup>, de 2<sup>e</sup> puis de 3<sup>e</sup> génération) a été accompagnée d'une évolution simultanée des bêta. **Sources :**  
**OMS, Santé Publique France.**

### **5.1.Mecanisme de Résistance :**

Différents mécanismes de résistance existent, certains généralisés qui s'appliquent à un large éventail d'antibiotiques, tandis que d'autres sont très spécifiques à un seul. Des mécanismes de transfert d'une espèce à une autre sont également présents, ce qui encourage la propagation de la. résistance et qui sont exposés ci-dessous. Dans tous les cas, le processus conduit à une diminution significative de l'effet de l'antibiotique sur sa cible ou à une diminution de son effet.  
(Med Sci, 2019)

# **Matériel et Méthode**

## **1. Matériel**

### **\*Préparation la laboratoire :**

Notre travail a été réalisé dans laboratoire de microbiologie et au niveau la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers à université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.

Pour cette travail on va utilisée le matériel suivant :

\*bécher

\*erlenmeyer

\*micro pipette

\*boit de pétré

\*balance

\*tupe a essai

\*Entonnoir

\*une spatule

\*l'eau distillé

\*poêle chauffant

\*source de souche mycélium la foret de tlemcen

## 2-Méthode :

### 1-Preparation de PDA

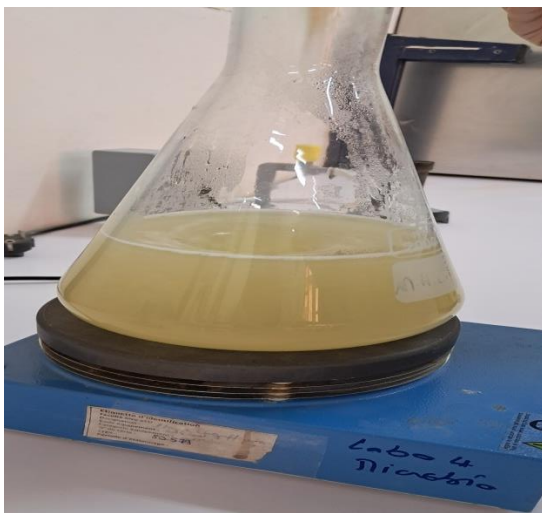
1-1-Pour préparer le PDA on va :

+ Prendre 39 gr de PDA de synthèse,

+ Le mélanger à 1 l d'eau distillée,

+ Secouer doucement jusqu'à obtenir un mélange homogène (**figure 4**),

+ Auto-claver sous une pression de 1,4 bar à la température de 125°C durant 15 minutes,



**Figure 5: mélange de PDA ( photos originales)**

2-préparation de boîtes de pétri :

1\* Marquer les boîtes (date anti-biotique....)

Ecrire sur les boîtes de pétri la date et la concentration de l'antibiotique et le nom pour faciliter la lecture (figure 5)



Figuer6 : Marquage de boîte pétré(photo originale)

2\* préparer les différentes concentrations d'antibiotiques dans un volume final de 20 mL,voici les calculs nécessaires. Nous allons appliquer ces pourcentages pour obtenir les volumes appropriés pour un total de 20 mL de milieu.

### **Pénistreptomycine :**

#### 1. Concentrations à tester :

- 10 µg/mL (0.001%) : Ajoutez 0.02 mL (20 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.98 mL de milieu PDA.  $0.02 \text{ mL} \times 5 = 0.1 \text{ mL}$  (100 µL)
- 50 µg/mL (0.005%) : Ajoutez 0.1 mL (100 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.9 mL de milieu PDA.  $0.1 \text{ mL} \times 5 = 0.5 \text{ mL}$
- 100 µg/mL (0.01%) : Ajoutez 0.2 mL (200 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.8 mL de milieu PDA.  $0.2 \text{ mL} \times 5 = 1.0 \text{ mL}$

□ 200 µg/mL (0.02%) : Ajoutez 0.4 mL (400 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.6 mL de milieu PDA.  $0.4 \text{ mL} \times 5 = 2.0 \text{ mL}$

Oxytetracycline :

1. Concentrations à tester :

□ 1 µg/mL (0.0001%) : Ajoutez 0.02 mL (20 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.98 mL de milieu PDA.  $0.02 \text{ mL} \times 5 = 0.1 \text{ mL}$  (100 µL)

□ 10 µg/mL (0.001%) : Ajoutez 0.2 mL (200 µL) de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19.8 mL de milieu PDA.  $0.2 \text{ mL} \times 5 = 1.0 \text{ mL}$

□ 50 µg/mL (0.005%) : Ajoutez 1 mL de la solution d'AB de 1 mg/mL à 19 mL de milieu PDA.  $1 \text{ mL} \times 5 = 5 \text{ mL}$

□ 100 µg/mL (0.01%) : Ajoutez 2 mL de la solution d'AB de à 1 mg/mL à 18 mL de milieu PDA.  $2 \text{ mL} \times 5 = 10 \text{ mL}$

**Tableau 2** :concentration des antibiotique

<b>Antibiotique</b>	<b>Concentration (<math>\mu\text{g}/\text{mL}</math>)</b>	<b>Volume de solution d'AB (1 mg/mL) à ajouter</b>	<b>Volume total d'AB pour 5 répétitions</b>	<b>Volume de milieu PDA à ajouter</b>
Pénistreptomycine	<b>10</b>	<b>0.02 mL (20 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>0.1 mL (100 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>19.98 mL</b>
Pénistreptomycine	<b>50</b>	<b>0.1 mL (100 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>0.5 mL</b>	<b>19.9 mL</b>
Pénistreptomycine	<b>100</b>	<b>0.2 mL (200 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>1.0 mL</b>	<b>19.8 mL</b>
Pénistreptomycine	<b>200</b>	<b>0.4 mL (400 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>2.0 mL</b>	<b>19.6 mL</b>
<b>Oxytetracycline</b>	<b>10</b>	<b>0.02 mL (20 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>0.1 mL (100 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>19.98 mL</b>
<b>Oxytetracycline</b>	<b>50</b>	<b>0.2 mL (200 <math>\mu\text{L}</math>)</b>	<b>1.0 mL</b>	<b>19.8 mL</b>
<b>Oxytetracycline</b>	<b>100</b>	<b>1 mL</b>	<b>5 mL</b>	<b>19 mL</b>
<b>Oxytetracycline</b>	<b>200</b>	<b>0.4</b>	<b>10 mL</b>	<b>18 mL</b>

**Le volume totale est de : 3,6 ml streptomycine**

**Versé le PDA dans les bouitres pétré( figuer6) et laissez-le sécher**

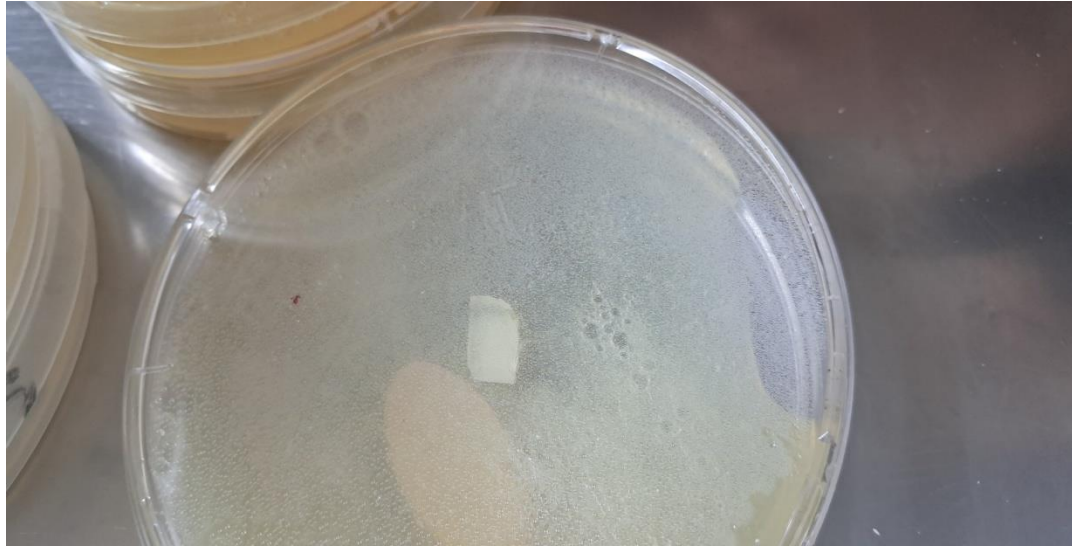


**Figuer7:ajoutation de PDA dans les boites pétré (photo originale)**



**Figure 8:découpage des champignons( photo originale)**

\* Après avoir décopé les souches de champignons, laissez-les dans la boîte à pétroles pour incuber.(figuer7 et 8)



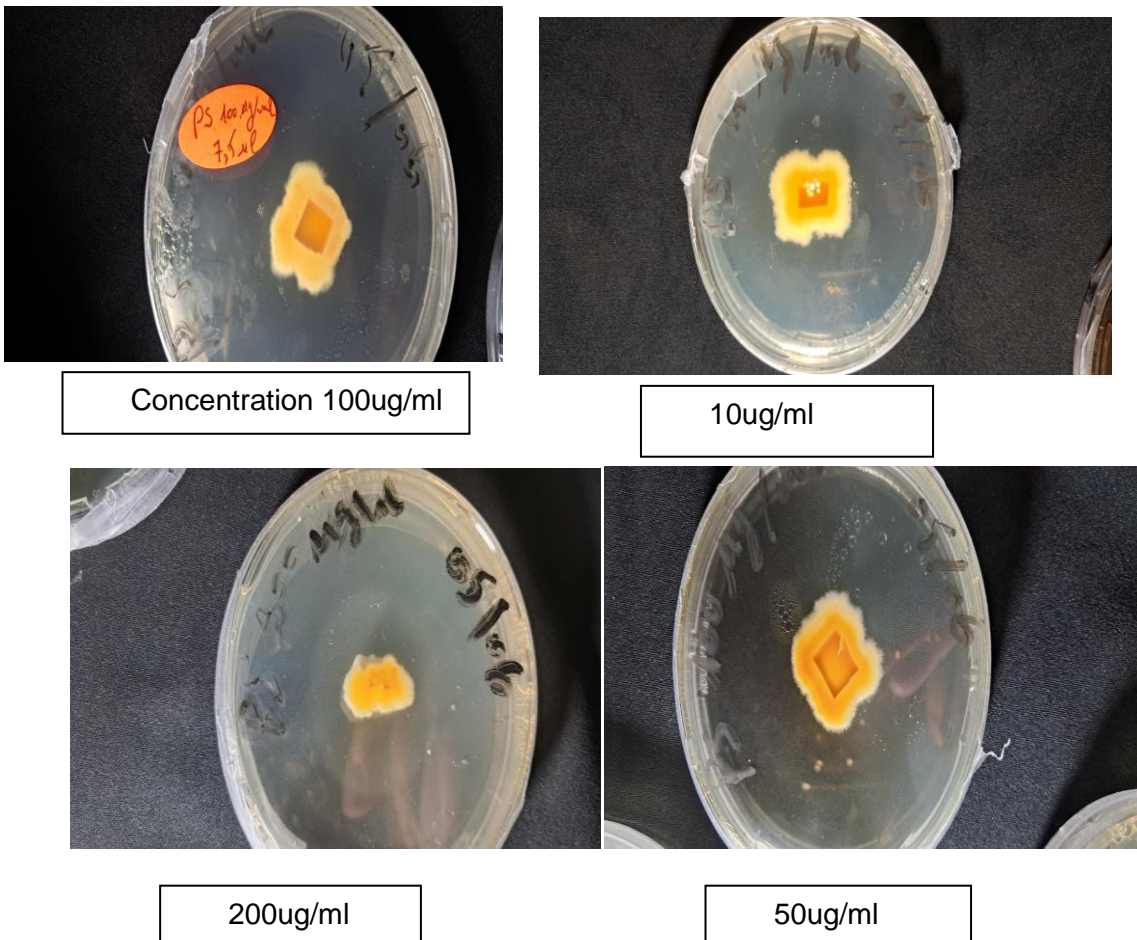
**Figure 9:boit de pétré qui donne uns souche de champignon et antibiotique**

# ***Résultats***

Résultats :

### 1-Antibiotique Pénistreptomycine :

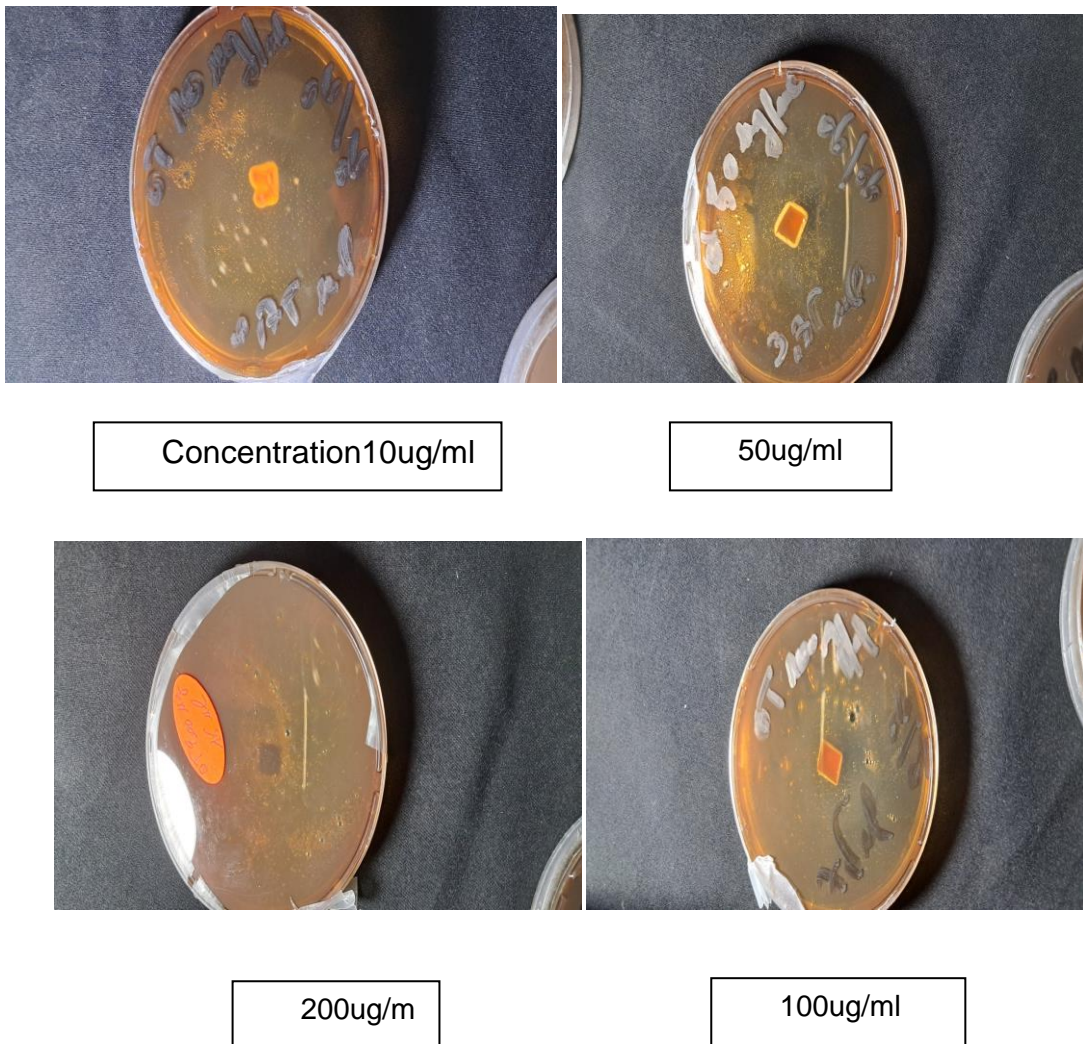
Après 4 jours d'incubation à une température comprise entre 20 et 25°, on observe une croissance dans toutes les souches de mycélium de tous les quatre niveaux de concentration(.figuer9)



**Figure10 : croissances des champignons au boites pétré s avec des concntration déférent Pénistreptomycine**

### 1- Oxytetracycline :

Après 4 jours d'incubation à une température comprise entre 20 et 25°, on observe une croissance dans toutes les souches de mycélium de tous les quatre niveaux de concentration(.figuer)



**Figure11: croissances des champignons au boites pétré s avec des concntration déférent Oxytetracycline**

**\*les mesure de croissance de champignon :**

Après avoir incubé des boîtes pétrées pendant 4 jours et 8 jours à une température comprise entre 20 et 25°, nous allons mesurer les souches de mycélium de deux antibiotiques et obtenir les mesures suivantes.

**Tableau 3:**les mesures de croissance de champignon de chaque antibiotique

Pénistreptomycine	Après 4jour	Après 8jour	Oxytetracycline	Après 4jour	Après 8jour
10( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	2,5cm	3,5cm	10( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	0,9cm	0,9cm
50( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	2,2cm	2,5cm	50( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	0,8cm	0,8cm
100( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	2cm	2,3cm	100( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	0,5cm	0,5cm
200( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	2cm	2,3cm	200( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	0,3cm	0,3cm

**\*différence de croissance entre le témoin e Pénistreptomycine :**

**Le témoin** est une boîte de Pétri qui présente la même condition et la même souche, à l'exception des antibiotiques, ce qui entraîne des différences dans les résultats avec les boîtes de Petri des antibiotiques.(figuer11)



**Figure12 : déférence de croissance entre le témoin et Phénostreptomycine( photo original)**

**\* déférence de croissance entre le témoin et Oxytetracycline:**



**Figuer13 : déférence de croissance entre le témoin et Pénicilline V ( photo original)**

# ***Discussion***

## **Discussion**

Le mycélium des champignons et ses enzymes ligninolytiques ont émergé comme une alternative passionnante à la biodégradation bactérienne. Plusieurs stratégies utilisant des outils biotechnologiques, y compris les enzymes ligninolytiques et les déchets de culture des champignons, ont été explorées avec succès pour évaluer la biodégradation des antibiotiques par le mycélium des champignons. La dégradation des antibiotiques est réalisée par le mycélium et les enzymes ligninolytiques extracellulaires, ainsi que par la microbiote résidente des déchets de culture des champignons **(Siracusa et al., 2017)**.

L'utilisation de cultures microbiennes ou d'enzymes brutes extraites des déchets de champignons usés de champignons tels que le mycélium des champignons dans les stations d'épuration des eaux usées pourrait être développée comme une alternative rentable et viable au traitement traditionnel des stations d'épuration. En raison de leurs caractéristiques mécaniques uniques, les enzymes extracellulaires semblent offrir une technologie plus écologique pour la remédiation. Les sulfamides sont un groupe d'antibiotiques largement utilisés qui ont des applications en médecine humaine et vétérinaire. Les déchets de culture des champignons de *P. eryngii* dégradent le sulfaméthoxazole, la sulfadiméthoxine et la sulfaméthazine dans les boues. La dégradation de trois sulfamides (sulfaméthoxazole, la sulfadiméthoxine et la sulfaméthazine), ainsi que les modifications des communautés microbiennes dans les boues d'épuration, ont été étudiées. L'utilisation des déchets de culture des champignons en conjonction avec les boues est également un moyen efficace d'éliminer les sulfamides **(Yang et al., 2016)**.

La non-recyclabilité, la faible stabilité des réactions, le ratio coût-efficacité minimal, les coûts de traitement élevés et la sensibilité aux conditions environnementales

sévères sont tous des inconvénients des enzymes sous forme libre. L'immobilisation est la voie à suivre pour surmonter ces inconvénients et prolonger la durée de conservation de l'enzyme laccase. Les tétracycline sont des antibiotiques qui incluent l'oxytétracycline et la chlortétracycline. En plus des boues domestiques, les tétracycline se trouvent en grande quantité dans les eaux usées de porc, ce qui rend leur élimination dans le secteur de l'élevage difficile. Les déchets de culture de *P. eryngii* immobilisés dans des microcapsules dégradent les tétracycline de manière prometteuse (Chang et al., 2014).

Une enquête récente a révélé que l'utilisation de *P. ostreatus* et de ses déchets de culture pour la construction de bio-filtres peut éliminer presque 90 % des sulfamides des eaux usées par des processus d'adsorption et de mycoremédiation (Mayans et al., 2021). Dans une autre étude Chang et al. (2018) ont rapporté que les extraits de des déchets de culture des champignons de neuf champignons (*P. eryngii*, *P. ostreatus*, *P. djamor*, *Hypsizygus marmoreus*, *Auricularia auricula-judae*, *Hericium erinaceus*, *L. edodes*, *Agrocybe aegerita*, *P. citrinopileatus*) peuvent être efficaces dans la dégradation des Sulfonamides et de l'acétaminophène. Parmi ceux-ci, les trois principaux déchets de culture des champignons pour l'élimination de l'acétaminophène étaient *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *H. erinaceus*. L'efficacité d'élimination des Sulfonamides en 48 heures a été obtenue par *L. edodes*, *H. marmoreus* et *P. ostreatus*. Cependant, avant 16 heures, les éliminations les plus efficaces de sulfaméthoxazole, la sulfadiméthoxine et la sulfaméthazine ont été obtenues par *P. eryngii*. Le mécanisme ultime impliqué dans l'élimination des antibiotiques par les déchets de culture des champignons comprend à la fois la dégradation et l'adsorption. En plus des enzymes extracellulaires, une analyse métaprotéomique a également identifié d'autres enzymes fongiques non

ligninolytiques impliquées dans le processus de dégradation. Récemment, de nombreuses études ont documenté le potentiel de l'application du mycélium fongique pour dégrader une large gamme d'antibiotiques (Inoue et al., 2010 ; Prieto et al., 2011 ; Cvancarova et al., 2015 ; Singh et al., 2017 ; Dąbrowska et al., 2018). Cependant, beaucoup moins de recherches ont été menées sur la capacité des déchets de culture des champignons à dégrader différentes générations d'antibiotiques, à notre connaissance. Les déchets de culture des champignons devraient être considérés comme une source potentielle d'enzymes brutes extracellulaires pour éradiquer les OMP persistants des environnements écologiques, en appliquant une stratégie innovante, durable et rentable.

## Conclusion

L'étude des champignons est un sujet très prisé dans les universités après sa diffusion

dans les sociétés, ce qui lui a conféré une place significative dans la société et lui a donné

l'opportunité d'explorer divers domaines.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de test de comportement biologique des champignons

en présence de substances inhibitrices à leurs croissances mycéliennes.

Nous avons pour but d'analyser l'effet de l'incorporation des antibiotiques sur la croissance du mycélium de *Pleurotus ostreatus*.

Les résultats obtenus avec le premier antibiotique Pénistreptomycine ont été positifs

pour la croissance des champignons, car nous avons constaté une croissance de la souche

étudiée même à la plus haute concentration de 200µg/ml. Une fois incubée pendant 4 jours à

une température de 25°, la taille la plus élevée a atteint 2cm et qui a été comparable à celle du témoin.

L'utilisation du deuxième antibiotique a révélé des résultats moins positifs sur la croissance des champignons, car après une incubation de 4 jours à une température de 25°, ce

qui est traduit par une croissance du mycélium de l'ordre de 0,3cm. La réalisation de cette

étude a permis d'enrichir nos connaissances sur le comportement du mycélium de Pleurotus

ostreatus appartenant au groupe des actinomycètes dans ce domaine en le mettant en contact

avec des antibiotiques.

Dans le but de progresser dans ce travail il est nécessaire d'élargir le domaine d'étude,

en étudiant la capacité d'autres champignons cultivés, comme il est nécessaire de réaliser

cette étude avec d'autres antibiotiques.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

**\*SHARIFI-RAD J, BUTNARIU M, EZZAT S.M, ADETUNJI C.O, IMRAN M, SOBHANI S.R, TUFAIL T, HOSSEINABADI T, RAMIREZ-ALARCO K, MARTORELL M, MAROYI A AND MARTINS N (2020).** Mushrooms-rich preparations on wound healing: from nutritional to medicinal attributes. *Front. Pharmacol.* 11, 567518.

Article doi:10.3389/fphar.2020.567518.

**\*FONS F, MOREL S AND RAPIOR S (2018).** L'importance des champignons pour l'homme : intérêts, dangers et perspectives. *Annales de la société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault.*157.

**\*Campbell A.,(1995).** Biologie, Éditions du Renouveau Pédagogique Inc, Québec. 1254p.

**\*Chang, S. T. 2008.** Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In: **Mushrooms as Functional Foods (ed. P.C.K. Cheung), pp. 1–33. Hoboken, NJ: Wiley.** <https://doi.org/10.2527/af.2014-0014>

**\*Marta L., Wojciech R.,(2012).**Anticancer properties of polysaccharides isolated from fungi of the Basidiomycetes class *Wspolczesna Onkol.*16 (4): 285–289

**\*philippe P., (2016)** . Valorisation des champignons forestiers nordiques par l'étude de leur activité biologique pour des applications pharmaceutiques et cosméceutiques. Université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle de la maîtrise en ressources renouvelables. 135p.

**\*Taylor, T. N., Krings, M., & Taylor, E. L. (2015).** Ascomycota. In *Fossil Fungi* (p. 129-171). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387731-4.00008-6>

**\* Mesfek F., (2014).** Mémoire de magister en Biotechnologie, Étude écologique et taxonomique des champignons forestiers et morphologie des ectomycorhiziens du chêne vert dans la wilaya de Relizane. Université d'oran es-senia

\* **Friedman, M. (2016).** Mushroom polysaccharides: Chemistry and antiobesity, antidiabetes, anticancer, and antibiotic properties in cells, rodents, and humans. *Foods*, 5(4), 80

\* **Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., & Paredes-López, O. (2015).** Edible Mushrooms :Improving Human Health and Promoting Quality Life. *International Journal of Microbiology*, 2015, 1-14.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2015/376387>

\* **Singh, R. (2017).** A review on different benefits of mushroom. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12(1), 107-111.

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781630670412500173>

\* **Marçal, S., Sousa, A. S., Taofiq, O., Antunes, F., Morais, A. M., Freitas, A. C., ... & Pintado, M. (2021).** Impact of postharvest preservation methods on nutritional value and bioactive properties of mushrooms. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 418-431.

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304389408001568>

\* **Lou, Z., Sun, Y., Zhou, X., Baig, S.A., Hu, B., Xu, X., (2017).** Composition variability of spent mushroom substrates during continuous cultivation, composting process and their effects on mineral nitrogen transformation in soil. *Geoderma* 307, 30–37.

\* **Knop, D., Yarden, O., et Hadar, Y. (2015).** The ligninolytic peroxidases in the genus *Pleurotus*: divergence in activities, expression, and potential applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 1025–1038.

\* **Fernandes, A., Barros, L., Martins, A., Herbert, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2015).** Nutritional characterisation of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) P. Kumm. produced using paper scraps as substrate. *Food Chemistry*, 169, 396–400. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12236>

\* **Ogundele, G., Abdulazeez, R., Bamidele, O., (2014).** Effect of pure and mixed substrate on Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation. *J. Exp. Biol.* 2 2S.

\* **Oei, P., & Nieuwenhuijzen, B. V. (2005).** La culture des champignons à petite échelle : pleurotes, shiitakes et auriculaires. *Agromisa/CTA*.

\* **WANG, D. – SAKODA, A. – SUZUKI, M. 2001.** Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. In *Bioresource Technology* [online], vol. 78, no. 3, pp. 293-300

\* **Biswas, S., Datta, M., Ngachan, S., (2011).** *Mushrooms: A Manual for Cultivation*. PHI Learning Pvt. Ltd.

\* **Carrasco-González, J.A., Serna-Saldívar, S.O., Gutiérrez-Urbe, J.A., (2017).** Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: potential use as food ingredient. *J. Food Compos. Anal.* 58, 69–81

\* **Jayakumar, T., Thomas, P.A., Sheu, J.R., Geraldine, P. (2011).** In-vitro and in-vivo antioxidant effects of the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Food Res. Int.* 44, 851–861. In-vitro and in-vivo.

\* **Khan MA. (2010)** Nutritional composition and Hypocholesterolemic effect of mushroom: *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus florida*: LAP Lambert Academic publishing GmbH & co. KG: Saarbrücken, Germany 1-11.

\* **Russell, S. (2014).** The Essential Guide to Cultivating Mushrooms: Simple and Advanced Techniques for Growing Shiitake, Oyster, Lion's Mane, and Maitake Mushrooms at Home. Storey Publishing.

\* **Temple, T.G., (2017).** Mycelium - the Future Is Fungi, in. Utami, C.P., Susilawati, P.R., 2017. Rice straw addition as sawdust substitution in oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) planted media. In: in: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, pp.090002.

\* **Oei P. & Nieuwenhuijzen B.V., (2005).** La culture des champignons à petite échelle, Pleurotes, shiitakes et auriculaires. 1ère édition, Agrodok 40, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen Editeur Janna de Feijter, 87p.

\* **DEEPALAKSHMI, K. – MIRUNALINI, S. (2014).** *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. In Biochemical Technology [online], vol. 5, no. 2, pp. 718-726

\* **Dix ans d'évolution des consommations d'antibiotiques en France, AFSSAPS, 2011**

\* **thèse 2016, antibiotique et résistance par Lucie Mangine**

\*. **Viande : Après les hormones, les antibiotiques ? Antibiotique : la résistance des bactéries** », La Recherche, no 314, novembre 1998, p. 59 , consulté le 9 décembre 2014) 2. Thèse 2017, la résistance au antibiotique par M. Paul Battrand

\*. **INSERM, « Résistance aux antibiotiques »** [archive], mai 2013 (consulté le 1er décembre 2014)

\* **ANSM. ANSM** – L'évolution des consommations d'antibiotiques en France entre 2000 et 2013. 2014

\*M. Leone, F. M. (2010) **Service d'anesthésie-réanimation, Hôpital Nord, boulevard Pierre-Dramard, 13915 Marseille cedex 20, France.** p. 7.

\***Med Sci, (. (2019).** Département de biologie cellulaire et infection, Unité des interactions bactéries-cellules, Institut Pasteur, 25-28, rue du Docteur Roux, 75015 Paris, France.vol 35, pp. 613–615.

\***Puyt, J.-D. (2013).** Département de biologie et pharmacologie, ONIRIS, 44307 Nantes cedex 03, France.p. 18.

\* OMS, Santé Publique France.

\***Abourouh M., (2011).** Les champignons du Maroc. A leur découverte, Haut commissariat aux eaux et forêts et à la lutte contre la désertification.

**Aggelis G., Iconomou D., Christou M., Bokas D., Kotzailias S., Christou G., Tsagou V., Papanikolaou S., (2003).** Phenolic removal in a model olive oil mill wastewater using *Pleurotus ostreatus* in bioreactor cultures and biological evaluation of the process, *Water Res.* 37 (16) 3897–3904.

**Ashbolt, N.J., Amézquita, A., Backhaus, T., Borriello, P., Brandt, K.K., Collignon, P., Coors, A., Finley, R., Gaze, W.H., Heberer, T., (2013).** Human health risk assessment (HHRA) for environmental development and transfer of antibiotic resistance. *Environ. Health Perspect.* 121, 993.

**Chang, B.-V., Fan, S.-N., Tsai, Y.-C., Chung, Y.-L., Tu, P.-X., Yang, C.-W., (2018).** Removal of emerging contaminants using spent mushroom compost. *Sci. Total Environ.* 634, 922–933.

**Chang, B.V., Hsu, F.Y., Liao, H.Y., (2014).** Biodegradation of three tetracyclines in swine wastewater. *J. Environ. Sci. Health Part B Pestic. Food Contam. Agric. Wastes* 49, 449–455.

- Cvancarova, M., Moeder, M., Filipova, A., Cajthaml, T., (2015).** Biotransformation of fluoroquinolone antibiotics by ligninolytic fungi: metabolites, enzymes and residual antibacterial activity. *Chemosphere* 136, 311–320.
- Dąbrowska, M., Muszynska, B., Starek, M., Zmudzki, P., Opoka, W., (2018).** Degradation pathway of cephalosporin antibiotics by in vitro cultures of *Lentinula edodes* and *Imleria badia*. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 127, 104–112.
- Demain, A.L., Sanchez, S., (2009).** Microbial drug discovery: 80 years of progress. *J. Antibiot.* 62, 5–16.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekul, I., Temur, N., (2007).** Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *J. Food Compos. Anal.* 20, 337–345.
- Gelband, H., Molly Miller, P., Pant, S., Gandra, S., Levinson, J., Barter, D., White, A., Laxminarayan, R., (2015).** The state of the world's antibiotics 2015. *Wound Heal. South. Afr.* 8, 30–34.
- Inoue, Y., Hata, T., Kawai, S., Okamura, H., Nishida, T., (2010).** Elimination and detoxification of triclosan by manganese peroxidase from white rot fungus. *J. Hazard Mater.* 180, 764–767.
- Kalac, P. (2013).** A review of chemical composition and nutritional value of wild growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (2), 209–218.
- Kalaras, M.D., Richie, J.P., Calcagnotto, A., Beelman, R.B., (2017).** Mushrooms: a rich source of the antioxidants ergothioneine and glutathione. *Food Chem.* 233, 429–433.
- Manaia, C.M., (2017).** Assessing the risk of antibiotic resistance transmission from the environment to humans: non-direct proportionality between abundance and risk. *Trends Microbiol* 25, 173–181.
- Martinez, J.L., (2009).** The role of natural environments in the evolution of resistance traits in pathogenic bacteria. *Proc. Biol. Sci.* 276, 2521–2530.
- Mayans, B., Camacho-Arevalo, R., García-Delgado, C., Anton-Herrero, R., Escolastico, C., Segura, M.L., Eymar, E., (2021).** An assessment of *Pleurotus*

ostreatus to remove sulfonamides, and its role as a biofilter based on its own spent mushroom substrate. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 7032–7042.

**Mishra, V., Tomar, S., Yadav, P., & Singh, M. P. (2021).** Promising anticancer activity of polysaccharides and other macromolecules derived from oyster mushroom (*Pleurotus* sp.): An updated review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1628–1637.

**Nisha, A., (2008).** Antibiotic residues-a global health hazard. *Vet. World* 1, 375–377.

**Philippoussis A., Diamantopoulou P., Israilides C., (2007).** Productivity of agricultural residues used for the cultivation of the medicinal fungus *Lentinula edodes*, *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 59 (3) 216–219.

**Philippoussis A., Zervakis G., Diamantopoulou P., (2001).** Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of the edible mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 17 (2) 191–200.

**Prieto, A., Moder, M., Rodil, R., Adrian, L., Marco-Urrea, E., (2011).** Degradation of the antibiotics norfloxacin and ciprofloxacin by a white-rot fungus and identification of degradation products. *Bioresour. Technol.* 102, 10987–10995.

**Qiao, M., Ying, G.-G., Singer, A.C., Zhu, Y.-G., (2017).** Review of antibiotic resistance in China and its environment. *Environ. Int.* 110, 160–172.

**Reddy G.V., Ravindra Babu P., Komaraiah P., Roy K.R.R.M., Kothari I.L., (2003).** Utilization of banana waste for the production of lignolytic and cellulolytic enzymes by solid substrate fermentation using two *Pleurotus* species (*P. ostreatus* and *P. sajor-caju*), *Process Biochem.* 38 (10) 1457–1462.

**Shao, S., Si, X., Zhang, Y., Tu, P., & Zhang, Q. (2020).** Recent advances in analytical methods for polysaccharides from edible mushroom. *Food Science*, 41(19), 272–280.

**Singh, S.K., Khajuria, R., Kaur, L., (2017).** Biodegradation of ciprofloxacin by white rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *3 Biotech* 7, 69.

**Siracusa, G., Becarelli, S., Lorenzi, R., Gentini, A., & Di Gregorio, S. (2017).** PCB in the environment: bio-based processes for soil decontamination and management

of waste from the industrial production of *Pleurotus ostreatus*. *New biotechnology*, 39, 232-239.

**Stojkovic, D., Smiljkovic, M., Ciric, A., Glamoclija, J., Van Griensven, L., Ferreira, I.C.F.R., Sokovic, M., (2019).** An insight into antidiabetic properties of six medicinal and edible mushrooms: Inhibition of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase linked to type-2 diabetes. *S. Afr. J. Bot.* 120, 100–103.

**Wan Mahari, W. A. W., Peng, W., Nam, W. L., Yang, H., Lee, X. Y., Lee, Y. K., Liew R. K., Ma N. L., Mohammad A., Sonne C., Le Q. V., Show P. L., Chen W. H., & Lam, S. S. (2020).** A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of hazardous materials*, 400, 123156.

**Wong, J.Y., Chye, F.Y., (2009).** Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. *J. Food Compos. Anal.* 22, 269–277.

**Yang, C.-W., Hsiao, W.-C., Chang, B.-V., (2016).** Biodegradation of sulfonamide antibiotics in sludge. *Chemosphere* 150, 559–565.

.

\*[https://www.kau.edu.sa/Files/0001460/files/1888\\_fungus %20tax](https://www.kau.edu.sa/Files/0001460/files/1888_fungus%20tax) (site 1)

\*<https://static.aujardin.info/cache/th/champignons/anatomie-champignon-500x375.jpg> site 2

\*.( <https://fr.wikipedia.org/wiki/Antibioth%C3%A9rapie>) site 3

\*<https://www.projetecolo.com/la-reproduction-des-champignons-489.html>

site4

\*Exposé antibiotique.doc ,2010