

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail – Patrie

UNIVERSITÉ DE YAOUNDE I

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

DÉPARTEMENT D'AGRICULTURE
ET AGROPASTORALE

BP. 886 EBOLOWA/ Tél : 237 243 71 78 16

Site web : www.enset-ebolowa.com

mailto:ensetebwa@gmail.com



ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE D'EBOLOWA

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHERS'
TRAINING COLLEGE

DEPARTMENT OF
AGRICULTURE AND
AGROPASTORAL

P.O BOX: 886 EBOLOWA/ Tél :
237 243 71 78 16

Site web : www.enset-ebolowa.com

DEPARTEMENT D'AGRICULTURE ET AGROPASTORAL

DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND AGROPASTORAL

THEME :

**INFLUENCE DU TYPE DE SUBSTRAT SUR LE RENDEMENT
DES CHAMPIGNONS DU GENRE PLEUROTUS (*pleurotus
ostreatus*) DANS LA REGION DE L'OUEST CAMEROUN**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Professeurs d'Enseignement
Technique de 2^{ème} Grade (DIPET II)

Option : Agriculture

Rédigé par :

ATAGOUDDOUANLA SUZANNE

Elève-Professeur des Lycées de l'Enseignement Technique

MATRICULE : 19W1243

Sous la direction de :

Pr BIKOMO MBONOMO René

Maître de Conférences de classe exceptionnelle



Année Académique 2020 - 2021

CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussignée, **ATAGOUDDOUANLA Suzanne**, Matricule **19W1243**, étudiante à l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET) de l'Université de Yaoundé 1 à Ebolawa, atteste que le présent mémoire est le fruit de mes propres travaux effectués dans l'arrondissement de Bafoussam 1^{er}, Région de l'OUEST Cameroun sur le thème : «**Influence du type de substrat sur le rendement des champignons du genre pleurote (*Pleurotus ostreatus*) dans la Région de l'Ouest Cameroun** », sous la supervision de Pr **BIKOMO MBONOMO René**, Maître de Conférences et Chef de Département à ladite Ecole.

Ce mémoire est authentique et n'a été l'objet d'aucune présentation antérieure pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

Noms et visa de l'auteur :

ATAGOUDDOUANLA Suzanne

Date :

Visa du Superviseur

Pr BIKOMO MBONOMO René,
Maître de Conférences de classe exceptionnelle

Date :.....

DEDICACE

À

MON ÉPOUX NODEM GALBERT

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin, financièrement, moralement et matériellement auront contribué à la concrétisation de ce modeste travail, à qui je voudrais exprimer ma profonde gratitude. Il s'agit particulièrement de :

- Professeur BIKOMO MBONOMO René, qui a porté sur lui la direction de ce mémoire malgré ses multiples responsabilités administratives, académiques et sociales et à qui je dois beaucoup de savoir-être;
- Dr HEU Alain, Dr EYAMO Jos et Dr TCHOFFO Hervé qui ont toujours été disponibles pour encadrer ce travail avec Beaucoup de dévouement ;
- M. TCHASSO Michael délégué du GIC champignon dans son acceptation au déroulement du dit stage au sein de la structure dont il en a la lourde charge ;
- Mes parents TAGOUDJOU Dieudonné et KEUBING Octavie pour leur soutien moral et l'entretien de mes enfants pendant mon absence ;
- Tous mes camarades : BELINGA BELINGA ERIC Charle, CHIOGO Epiphanie Emma, NGO NDOUGA Elène, EBA Guy Fleury, ET MVONDO MVONDO Pière Simon, MAFFO SANDO Ingrid, TIOBOU Leslie, EGOUME GUISSANA Antoine, pour la grande collaboration durant la période de stage ;
- Belle-sœur TANEKEU Sidoine qui sache bien encadrer mes enfants à mon absence ;
- Mes enfants pour leur compréhension, mon absence et leur bonne conduite ;
- M. MVOGMO Mathias, Mr MVEMBI Claudel, M. AGBOR, M. BOLIVAR et Mlle NGWANA Délice pour le suivi éducatif de mes enfants pendant mon absence ;
- Personnel administratif et enseignant de l'ENSET pour les enseignements, les encadrements et l'esprit de travail qu'ils nous inculquent depuis le début de notre formation et particulièrement à ceux du département d'agriculture.

Table de matière

CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
Table de matière	iv
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
LISTE DE ABREVIATIONS	x
RESUME	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCTION	1
1. Contexte justification	2
2. Problématique	3
3. Objectifs	4
3.1 Objectif général	4
3.2 Objectifs spécifiques	4
4. Importance de l'étude	4
CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTERATURE	6
1.1 Généralités sur les champignons comestibles	7
1.1.1 Historique	7
1.1.2. Description du champignon	7
1.1.3 Structure du champignon	8
1.2 Identification des champignons	8
1.2.1 Caractères macroscopiques	9
I.2.2 Caractères microscopiques	10
1.3 Mode de vie des champignons	10
1.3.1 Mode d'alimentation des champignons	10
1.3.1.1 Saprophytes	10
1.3.1.2 Parasites	10
I.3.1.3 Symbiotique	11

1.3.2 Croissance des champignons	11
1.3.3. Mode de reproduction des macro- champignons	11
1.4 Catégories des champignons	12
1.5 Les champignons comestibles	12
1.5.1 Définition	12
I.5.2 Production des champignons	13
1.6 Valeurs nutritives des champignons comestibles	13
I.8 Genre <i>Pleurotus</i>	15
I.8.1 Généralité	15
I.8.1.1 Origine et distribution géographique	15
1.8.1.2 Quelques espèces de pleurotes cultivées :	15
1.8.2 Description du <i>Pleurotus ostreatus</i>	15
1.8.3 Classification taxonomique des pleurotes	16
1.8.4 Production des pleurotes	16
1.8.5 Importance des pleurotes	17
1.8.5.1 Agronomie	17
1.8.5.2 Environnement	17
I.8.5.3 Alimentation	17
1.8.5.4 Importance médicale (Propriétés antiseptiques)	17
1.8.6 Culture des pleurotes	18
1.8.7 méthode de culture des pleurotes	18
I.8.7.1 Itinéraire de production des pleurotes	18
I.8.7.2 Principaux facteurs qui influencent la production des pleurotes	20
1.8.8 Moyens de lutte	21
1.8.8.1 Lutte préventive	21
1.8.8.2 Lutte chimique	21
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	23
2.1 Description de la zone d'étude	24
2.2 Matériel	26
2.2.1 Matériel fongique (blanc de pleurote).	26
2.2.2 Champignonnière	26
2.3.3 Substrat	27
2.3.4 Autres matériel	28

2.4 Méthode de culture-----	28
2.4.1 Taille de l'échantillon et dispositif expérimental -----	28
2.4.2 Etape de réalisation de la culture des pleurotes-----	29
2.4.3 Entretien des ballotes et de la champignonnière -----	32
2.5 Evaluation des paramètres -----	32
2.6 Analyse des données-----	33
CHAPITRE 3 : RESULTAT ET DISCUSSION-----	34
3.1 Evaluation de la durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés, durée de maturation des primordia, le nombre total de ballotes fructifiées, et le pourcentage de contamination des ballotes par substrat.-----	35
3.1.1 Durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés. -----	36
3.1.2 Durée de maturation des primordia -----	37
3.1.3 Nombre total de ballotes fructifiées -----	38
3.1.4 Pourcentage de contamination des ballotes par substrat.-----	39
3.2. Rendement total moyen en poids frais de chaque substrat testé. -----	40
CONCLUSION, RECOMMANDATIONS -----	42
ET PERSPECTIVES -----	42
PERSPECTIVES -----	43
ANNEXES -----	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Cycle de reproduction des macros- champignons -----	12
Figure 2:	Carte de Localisation du GIC champignon dans la région de l'ouest Cameroun-----	25
Figure 3:	Photographie des boites de semence -----	26
Figure 4:	Différents substrats utilisés -----	27
Figure 5:	Dispositif expérimental-----	28
Figure 6:	Bouillie préparée -----	30
Figure 7:	Photographies de la pasteurisation des ballotes -----	30
Figure 8:	Le lardage ou l'ensemencement des substrats -----	31
Figure 9:	Ballottes fructifiées-----	32
Figure 10:	Durée moyenne d'incubation en fonction des traitements. -----	36
Figure 11:	Durée moyenne de maturation en fonction des traitements -----	37
Figure 12:	Nombre total de ballottes fructifiées en fonction des traitements -----	38
Figure 13:	Pourcentage de contamination en fonction des traitements -----	39
Figure 14:	Rendement total (g) d'une ballote en fonction des substrats-----	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Valeur nutritive des champignons comparée a celles de quelques aliments couramment consommés -----	14
Tableau 2: Part des principaux producteurs de pleurotes dans le monde -----	16
Tableau 3: Composition des substrats -----	29
Tableau 4 : durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés, durée de maturation des primordia, le nombre total de ballottes fructifiées, et le pourcentage de contamination des ballotes par substrat. -----	35

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Glossaire de la culture-----	50
Annexe 2 :	Tableaux des analyses des variances en fonction des différents substrats testés. -----	52
Annexe 3 :	Quelques photographies sur le champignon -----	54

LISTE DE ABREVIATIONS

- CAPLAMI : Coopérative AGRICOLE des Planteurs de la Mifi
- FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nation Statistics
- FAO: Food and Agriculture Organization
- GIC : Groupe d'Initiative commune
- MS : Matière Sèche

RESUME

La culture de pleurote, champignon comestible a été identifiée comme un secteur potentiel permettant de recycler les résidus agricoles en produisant un champignon de haute valeur nutritive offrant divers avantages tels que la nutrition, l'amélioration des moyens de subsistance par la diversification des revenus, et de la création d'emplois. Pour parvenir à une bonne production et obtenir un bon rendement, le choix judicieux du substrat de la culture s'avère nécessaire (Lushiku, 2012). C'est dans cette optique que la présente investigation a été menée pour tester l'effet de différents substrats sur le rendement des pleurotes. Cette étude s'est menée de janvier à avril 2021 au GIC champignon situé dans la région de l'ouest Cameroun avec pour objectif principal de contribuer à l'amélioration de la production des *Pleurotus ostreatus*. Cinq substrats ont été utilisés à savoir la sciure de bois blanc, la rafle de maïs, la fane de haricot, la pulpe de café ainsi que le mélange rafle de maïs + sciure de bois blanc. A cet effet, Un dispositif expérimental complètement aléatoire a été utilisé. Les substrats utilisés ont été répétés 4 fois chacun. Soit 5 substrats x 4 répétitions et chaque unité avait 4 ballottes (5x4x4) soit au total un échantillon de 80 ballottes. Ces substrats ont été émiettés, trempés dans l'eau, égoutté, mélangé à la bouillie (mélange d'eau, d'urée, chaux éteinte et fongicide) ensuite pasteurisé. Des sachets, ont été remplis de ce mélange et ensemencé avec le blanc de pleurote (mycellium). La durée moyenne d'incubation, de maturation des primordia, le nombre total de ballottes fructifiées, le pourcentage de contamination des ballottes et la production totale en poids frais de chaque substrat ont été les paramètres étudiés. L'analyse des données a été faite grâce au test d'ANOVA au seuil de signification 5%. Ces paramètres varient selon le type de substrat. L'incubation a été plus rapide sur les fanes de haricot ($19,5 \pm 22,53$ jour) et plus lente sur le mélange rafle de maïs + Sciure de bois blanc ($31,5 \pm 1,29$ jour). La maturation des primordia a été plus rapide sur le mélange du mélange rafle de maïs + Sciure de bois blanc ($1,93 \pm 2,23$ jour). La pulpe de café a enregistré un taux de contamination de 100 %. Et en termes de production, le mélange rafle de maïs + Sciure de bois blanc a donné le meilleur résultat (1583,45g). Il est donc le meilleur substrat en ce qui concerne la durée de maturation, le pourcentage de contamination (20%), et le rendement. Cette étude nous a permis d'avoir une meilleure connaissance sur l'utilisation de différents substrats pour la culture des champignons pleurotes. Il en ressort que la production du champignon est fonction du substrat.

Mots clés : Ouest Cameroun, pleurote, substrat, myciculture, primordia, mycélium

ABSTRACT

The cultivation of oyster mushroom, an edible mushroom has been identified as a potential sector for recycling agricultural residues by producing a mushroom of high nutritional value offering various benefits such as nutrition, improved livelihoods through income diversification, and job creation. In order to achieve good production and obtain a good yield, the judicious choice of the growing medium is necessary (Lushiku, 2012). It is with this in mind that the present investigation was made to test the effect of different substrates on the yield of oyster mushrooms. This study was carried out from January to April 2021 at the GIC fungus located in the western region of Cameroon with the main objective of contributing to the improvement of the production of *Pleurotus ostreatus*. Five substrates were used, namely white sawdust, corn cob, bean tops, coffee pulp as well as the corn cob + white sawdust mixture. For this purpose, a completely random experimental set-up was used. The substrates used were repeated 4 times each. Either 5 substrates x 4 repeats and each unit had 4 bundles (5x4x4) or in total a sample of 80 bundles. These substrates were crumbled, soaked in water, drained, mixed with the porridge (mixture of water, urea, slaked lime and fungicide) then pasteurized. Sachets were filled with this mixture and seeded with the white oyster mushroom (mycelium). The average incubation time, primordia maturation, the total number of fruited horeholes, the percentage of horehound contamination and the total production in fresh weight of each substrate were the parameters studied. Data analysis was performed using the ANOVA test at 5% significance level. These parameters vary depending on the type of substrate. Incubation was faster on the bean tops ($19.5 \pm 22,53$ days) and slower on the corn cob + white sawdust mixture ($31.5 \pm 1,29$ days). The primordia matured faster on the mixture of the corn cob + white sawdust mixture ($1.93 \pm 2,23$ days). The coffee pulp recorded a contamination rate of 100%. And in terms of production, the corn cob + White sawdust mixture gave the best result (1583.45g). It is therefore the best substrate in terms of maturation time, percentage of contamination (20%), and yield. This study gave us a better understanding of the use of different substrates for the cultivation of oyster mushrooms. It appears that the production of the fungus depends on the substrate.

Key words: West Cameroon, oyster mushroom, substratum, myciculture, primordia, mycelium

INTRODUCTION

1. Contexte justification

Dans les pays en voie de développement et plus particulièrement en Afrique subsaharienne, les besoins alimentaires des populations sont loin d'être satisfaits malgré les efforts fournis dans le secteur de l'élevage et de l'agriculture (FAO, 2015). L'accroissement démographique de la population mondiale devrait atteindre près de 9,8 milliards d'ici à 2050 et l'augmentation des revenus entraînent une hausse de la demande de denrées alimentaires. (FAO, 2017). L'organisation des nations unies dans la déclaration des objectifs du millénaire pour le développement (2015-2030) prévoit de doubler la production agricole afin de satisfaire les populations mondiales. Pour satisfaire une telle demande, l'agriculture et les systèmes alimentaires devront s'adapter aux effets négatifs du changement climatique et devenir plus résilients, plus productifs et plus durables. C'est le seul moyen pour garantir le bien-être des écosystèmes et des populations rurales, tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (FAO, 2015). Le développement de nouvelles cultures telles que les champignons comestibles permet d'améliorer la qualité de l'alimentation des populations, de réduire le chômage et la pauvreté (Gevry, 2009). Cette culture remonte à la préhistoire et la Chine est considérée comme le berceau de cette culture. La myciculture (culture du champignon comestible) se pratique dans toutes les zones agro-écologiques du Cameroun ; car elle se fait dans une champignonnière dont on pourra contrôler le milieu de culture (yomba, 2019). La population se débarrasse des déchets agricoles de toute nature dans des caniveaux, sur la route, dans les lieux publics, certains traînent parfois entre les espaces séparant les différentes maisons. Les ordures accumulées pendant des semaines et des mois finissent par se décomposer sur place source des maladies (Amani et *al.*, 2019). La culture des champignons est dans ce contexte, une méthode sûre et durable qui permet de recycler ces déchets agricoles en produisant en quantité, en qualité et tout au long de l'année le champignon comestible (Amani et *al.*, 2019). Le genre *Pleurotus* est un champignon comestible à haute valeur nutritive, une croissance facile du substrat et un bon développement dans des conditions rustiques (Boulmerka, 2017). Il est facilement cultivé 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 (Boulmerka, 2017). Aussi appelé viande blanche (substitut de viande) en Afrique, le champignon constitue une véritable source d'énergie pour la consommation humaine. Elle permet de fournir des produits frais tout en

transformant une partie des déchets agricoles en protéines alimentaires de haute valeur nutritive et le substrat sur lequel le mycélium a poussé, peut être composté et utilisé pour amender le sol (Diabaluka, 2012). C'est un produit rare (la demande est largement supérieure à l'offre) et très prisé dans l'alimentation humaine, car très riche en protéines, vitamines, fibres et minéraux. (Arzani, 2017)

2. Problématique

Selon Ninkwango (2017), La production du champignon comestible au Cameroun est inférieure à 40 tonnes l'an (36t en 2009), et constitue un sérieux handicap pour la demande locale de plus en plus forte. Ils apparaissent au début de saison des pluies ou la grande partie de la population intéressée par les champignons participe à leur cueillette, temps favorable à la formation de carpophores. Lors de la saison sèche, la forte demande reste interrompue sur les marchés locaux car les champignons abondamment ramassés en saison humide deviennent une ressource rare. La saisonnalité dans l'apparition des carpophores est donc un facteur limitant pour leur disponibilité, souvent aléatoire et concentrée sur quelques semaines par an, principalement en saison des pluies. Dès lors, la mise en culture des champignons se révèle être une activité rentable pour les producteurs agricoles (Diansambu et al., 2016).

Plusieurs types de substrats sont testés à travers le monde pour la culture des champignons alimentaires et médicinaux. Cependant, malgré l'abondance locale des déchets agricoles et le problème de malnutrition, Les méthodes de production des champignons à grande échelle sont incompatibles pour Les producteurs agricoles qui manquent d'argent pour instaurer de telles affaires (Boa 2006). Néanmoins certains essais de culture de *Pleurotus ostreatus* à Kananga sur *Panicum maximum*, la paille de maïs, la paille de canne à sucre et les feuille de bananier à Kinshasa sur la valorisation de résidus organiques solides d'origine agricole comme substrats pour la culture de deux espèces de champignons comestibles et à Bukavu sur les fanes de haricots et les feuilles sèches de bananier ont donnés des bons résultats (Amani et al., 2019). Au Cameroun, (Yomba, 2019) a utilisé les rafles de maïs, la pache de café, les cabosses de cacao et résidus de panicule de palmier à huile comme substrat pour tester l'influence de ces derniers, sur la culture de *Pleurotus ostreatus*. Cependant, la maîtrise du substrat qui donne La production optimal reste moins maîtrisée.

Ce travail veut mettre en place une note méthodologique simple de mise en culture d'une souche de champignon comestible (*Pleurotus ostreatus*), tout en utilisant les déchets agricoles comme substrats de culture, plus précisément la sciure de bois blanc, rafle de maïs, Pulpe de café, mélange rafle de maïs + sciure de bois blanc, les fanes du haricot. La détermination du meilleur substrat du point de vue vitesse de colonisation et du point de vue

rendement pour éclairer le choix des agriculteurs intéressés par la culture de ce champignon sera effectuée.

QUESTION DE RECHERCHE

Quelle est L'influence du substrat sur la culture du champignon?

QUESTIONS SECONDAIRES

- Quelle sera la durée moyenne d'incubation (nombre de jours) des différents substrats ?
- Quelle sera la durée de maturation des primordia (nombre de jours) des différents substrats ?
- Quel sera le nombre de ballotes fructifiées de chaque substrat testé ?
- Quel sera le % de contamination des ballotes par substrat testé ?
- Quel sera la production total en poids frais (en grammes) de chaque substrat testé ?

3. Objectifs

3.1 Objectif général

L'objectif général est de contribuer à l'amélioration de la production des *Pleurotus ostreatus*, à travers l'évaluation de cinq types de substrats.

3.2 Objectifs spécifiques

Spécifiquement, il s'agira de :

- Evaluer la durée moyenne d'incubation (nombre de jours) de chaque substrat testé, la durée de maturation des primordia (nombre de jours) de chaque substrat testé, le nombre total de ballotes fructifiées de chaque substrat testé, et le pourcentage (%) de contamination des ballotes par substrat testé,
- Déterminer la production totale en poids frais de chaque substrat testé.

HYPOTHESES DE L'ETUDE

- La durée moyenne d'incubation (nombre de jours) est similaire pour les différents substrats ;
- La durée de maturation des primordia (nombre de jours) est similaires pour les différents substrats ;
- Le nombre total de ballotes fructifiées de chaque substrat testé diffère ;
- Le pourcentage (%) de contamination des ballotes par substrat testé diffère ;
- La production totale en poids frais de chaque substrat testé est différent.

4. Importance de l'étude

Cette étude révèle une importance multiforme du point de vue agronomique, sociale, environnementale nutritionnelle

Importance agronomique

Cette étude pourra permettre de :

- Proposer parmi les différents substrats étudiés dans ce travail, le plus adapté et capable de produire les rendements les plus élevés dans la région de l'Ouest Cameroun.
- Valoriser les résidus agricoles à travers les applications de la myciculture.
- Stimuler l'intérêt de la recherche et de la production des pleurotes compte tenu de ses applications multiples et de son efficacité à produire des capitaux.
- Etablir une planification plus précise de la production, basée sur les différents résultats des variations des différents substrats utilisés qu'on obtiendra au terme de cette étude.

Importance Sociale

Elle pourra également permettre d'attirer l'attention des populations de l'Ouest Cameroun sur l'importance nutritionnelle et les faibles exigences liées à la production des pleurotes.

Importance environnementale

- Montrer l'importance du recyclage des déchets biologiques qui polluent l'environnement.
- Contribuer à la vulgarisation d'une agriculture saine et sans impact négatif sur l'environnement

Importance nutritionnelle

Stimuler l'appréhension des consommateurs quant à la nécessité d'introduire dans leur alimentation des protéines, des lipides, des sels minéraux, des vitamines et des hydrates de carbone en proportions importantes.

CHAPITRE 1 : REVUE DE LITTERATURE

1.1 Généralités sur les champignons comestibles

1.1.1 Historique

Les champignons sauvages comestibles ont été cueillis et consommés par les populations pendant des milliers d'années. Les archives archéologiques révèlent des espèces comestibles associées aux populations vivant il y a 13 000 ans au Chili (Rojas et al., 1995) mais c'est en Chine où la consommation de champignons sauvages est d'abord vraisemblablement notée, plusieurs centaines d'années avant la naissance du Christ (Aaronson, 2000). Les champignons comestibles étaient déjà cueillis dans les forêts durant les périodes de l'antiquité grecque et romaine et hautement estimés, quoique plus appréciés des populations de rang élevé que par les paysans (Buller, 1914). La mycologie est l'étude des champignons et les mycologues sont les personnes qui effectuent ces études. De nouvelles méthodes de recherche ont considérablement augmenté la connaissance de la nature fondamentale des champignons. Une grande partie de cette recherche s'est concentrée sur des champignons qui causent des maladies aux plantes. La recherche sur les champignons comestibles s'est concentrée sur un petit groupe d'espèces qui est commercialement cultivé (FAO, 2006).

1.1.2. Description du champignon

Un champignon est un être vivant particulier : ni végétal, ni animal. Les biologistes ont dû former un groupe particulier où classer les champignons : le règne fongique. Le champignon a donc des caractéristiques qui le rapproche tantôt des animaux, tantôt des végétaux. « Le champignon ressemble aux végétaux » parce qu'il vit fixé sur un support et ne se déplace pas (Harkonen, 2002). Il est différent des végétaux parce qu'il ne possède ni racines, ni tiges, ni feuilles, ni sève. On ne peut pas distinguer ces différentes parties dans le mycélium. Le champignon ne se reproduit pas par des graines provenant des fruits nés des fleurs fécondées, il forme des sporophores dans lesquels mûrissent les spores. Contrairement aux végétaux, les champignons ne possèdent pas la chlorophylle qui permet d'utiliser l'énergie solaire. Les champignons sont donc incapables de fabriquer leur propre matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et du gaz carbonique de l'air (Harkonen, 2002). Ils sont hétérotrophes. C'est la chlorophylle qui donne la couleur verte aux plantes. Malgré qu'ils n'en possèdent pas, certains champignons ont un chapeau de couleur verte, mais cette coloration est due à la présence de substances chimiques (des sels de cuivre par exemple) « Le champignon ressemble aux animaux » : pour se nourrir, il doit trouver de la matière organique vivante (champignons parasites), morte, en décomposition (champignons saprophytes) ou

partager celle-ci solidairement avec une autre plante (champignons mycorhiziens) ou avec une algue (lichens) (Harkonen, 2002).

1.1.3 Structure du champignon

Les macro- champignons sont une catégorie générale employée pour les espèces qui ont une structure visible (à l'œil nu) qui produit des spores, comme un champignon ou une truffe. (Gévry *et al.*, 2009)

Ces structures visibles sont mentionnées de façon générique comme « organe de fructification ». La couleur, la forme et la manière dont les spores se développent permet d'identifier le champignon. Les champignons sont composés de filaments fins connus sous le nom d'hyphes, qui forment ensemble le mycélium, comme dans la moisissure poussant sur un morceau de fruit ou de pain (Lowore *et al.*, 2001). Les champignons à chapeau ou basidiomycètes se composent aussi d'hyphes, densément compactés pour former l'organe de fructification. Des hyphes spécifiques produisent les spores qui sont dispersés de diverses façons. Les espèces comestibles ont des formes différentes, certaines avec des lamelles et certaines avec des pores, certaines avec des tiges et certaines sans tiges (Lowore *et al.*, 2001).

1.2 Identification des champignons

Identifier un champignon n'est pas une démarche aisée, elle nécessite :

– D'une part La maîtrise du nom du champignon. Il existe deux systèmes d'identification des champignons par le nom l'usage du nom scientifique ou binomial et l'usage du nom local ou vernaculaire.

Le nom scientifique ou le nom binomial (genre et espèce) ont deux parties. Le prénom est le genre (*Cantharellus*) suivi par le nom d'espèce (*cibarius*) (FAO, 2006).

Les noms locaux pour des champignons comestibles sont basés sur la forme, le goût et d'autres propriétés qui sont distinctives ou importantes pour les populations. Les mycologues se méfient parfois des classifications locales parce qu'elles sont basées sur des spécificités scientifiquement incertaines (Härkönen, 2002). Les noms locaux fournissent des indices importants sur les usages et importances des champignons comestibles pour les populations et leur étude est très instructive. Les noms locaux permettent aux chercheurs d'apprendre sur les pratiques de cueillette, d'analyser les marchés et de parler avec les gestionnaires des forêts ou autres qui manquent de formation professionnelle en science et sont peu familiers avec les noms d'espèce et les genres.

– D'autre part, l'identification du champignon nécessite les connaissances en Mycologie et les caractéristiques essentielles de chaque groupe de champignon. Le champignon comprend la partie végétative « mycélium » et la partie reproductrice « sporophore ». Le mycélium constitue la partie invisible se trouvant dans le sol et humus ou associé à des racines fines des plantes s'il est mycorhizien, par contre le sporophore est érigé donc visible à l'œil nu sur le sol (certains champignons sont hypogés comme les truffes) et se reproduit par libération des milliards des spores (Gévry et *al.*, 2009 ; Gévry, 2010 et 2011).

– **En fin les méthodes classiques**

L'approche classique de l'identification des champignons peut aussi se baser sur les caractères macroscopiques, microscopiques et organoleptiques des sporophores.

1.2.1 Caractères macroscopiques

Pour étudier les caractères macroscopiques du champignon, on décrit les composantes suivantes :

Hyménophore : partie fertile du champignon où se trouvent les spores, elle peut présenter des lames, des pores ou des aiguillons ainsi on distingue :

– Les champignons à lames, portant des lamelles et lamellules intermédiaires : description de la forme, couleur et type d'insertion au pied. La forme de l'arête, son intégrité, sa couleur et éventuellement les changements de couleur au froissement ou à la dessiccation (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry et *al.*, 2009 ; Bâ et *al.*, 2011 ; Eyindong et *al.*, 2011).

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

Chapeau : forme (convexe, conique, ombiliqué...), hauteur et diamètre, couleur, marge (lisse, enroulée, onduleuse...), le revêtement et la topographie du chapeau (écailleux, granuleux, fibrilleux...) (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry et *al.*, 2009 ; Bâ et *al.*, 2011 ; Eyidong et *al.*, 2011).

Pied ou stipe : forme, couleur, longueur, diamètre (à la base, au milieu et au sommet si sa forme est variable) (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry et *al.*, 2009 ; Bâ et *al.*, 2011 ; Eyidong et *al.*, 2011).

Chair : couleur, consistance et texture (Roger, 1981 ; Romagnesi, 1995 ; Gévry et *al.*, 2009 ; Bâ ; et *al.*, 2011 ; Eyindong et *al.*, 2011).

I.2.2 Caractères microscopiques

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

1.3 Mode de vie des champignons

Grâce au métabolisme de la photosynthèse, les végétaux verts peuvent fixer directement le gaz carbonique de l'air : on dit qu'ils sont autotrophes. Cependant, ce n'est pas le cas des champignons qui sont caractérisés par l'absence de chlorophylles et qui sont des hétérotrophes, (Temasoa, 2011).

1.3.1 Mode d'alimentation des champignons

Les champignons sont répartis en 3 catégories selon leur mode de nutrition : les saprophytes, les parasites et les symbiotiques

1.3.1.1 Saprophytes

Les champignons saprophytes se nourrissent en dégradant les matières organiques mortes d'origine végétale (feuilles et débris végétaux) ou animale (cadavres), ils représentent la majorité des macromycètes (senn-Irletet *al.*, 2012). On les trouve souvent en forêt, là où cette nourriture, sous forme d'humus, existe en grande quantité. En dégradant ainsi la matière organique morte, les champignons saprophytes remettent à la disposition des autres organismes des éléments minéraux essentiels de nouveau assimilables (azote, phosphore, carbone). Ils participent ainsi au recyclage de la matière organique (Temasoa, 2011).

1.3.1.2 Parasites

Les champignons parasites se nourrissent à partir de la matière vivante animale ou végétale. Environ 20% des espèces des champignons connus sont capables de parasitisme. Selon le substrat parasité, on distingue les parasites biotrophes survivant sur des organismes vivants et les parasites nécrotrophes survivant en saprophytes sur l'hôte parasité après sa mort (Sicard et Lamoureux, 2006). Ils sont parasites et vivent aux dépens d'un être vivant à leur propre compte. Souvent pathogènes, ils provoquent des maladies (anthracoses, mildious, oïdiums, rouilles, ... etc.) et entraînent parfois la mort de leurs hôtes (d'autres champignons, des algues, des plantes ou des animaux) (Temasoa, 2011).

I.3.1.3 Symbiotique

Les associations symbiotiques entre champignons et végétaux supérieurs (mycorhizes) constituent la forme de symbiose la plus répandue à l'échelle planétaire (Jennings et *al.*, 1996). On estime que 90% des végétaux contractent spontanément cette association (Smith et *al.*, 1997). Ils vivent en association avec un végétal (exemple, un arbre). Dans ce cas, le champignon se nourrit de glucose fabriqué par la plante et en échange, il va favoriser la croissance de l'arbre en lui offrant de l'eau, des sels minéraux ainsi qu'une protection contre les parasites. Ainsi, les lichens sont des associations de champignons et de cyanobactéries ou d'algues vertes (Temasoa, 2011).

1.3.2 Croissance des champignons

Dans la culture des champignons comestibles, on n'utilise pas les spores. Leur petite taille rend leur manipulation délicate et de plus, ils mettent un certain temps à germer. Le champignon sélectionné doit pouvoir coloniser le substrat avant d'autres champignons nuisibles ou bactéries. A cette fin, on mélange un mycélium cultivé préalablement libre de tout contaminant avec un substrat stérile, ce qui donne ce qu'on appelle le blanc. Cette technique donne au champignon cultivé une longueur d'avance sur les autres Fungi (Oei, 2005).

1.3.3. Mode de reproduction des macro- champignons

La reproduction des champignons peut se faire par voie asexuée ou sexuée. Dans la nature, les champignons se multiplient en produisant des millions de spores. Lorsqu'un de ces spores atterrit dans un milieu favorable, il germe et se ramifie pour former un mycélium. Une fois, deux mycéliums compatibles sexuellement se rencontrent, ils fusionnent pour former ce qu'on appelle un mycélium secondaire capable de produire des fructifications, celles-ci prospéreront pour offrir des champignons qui largueront leurs spores et le cycle telle que présenté par la figure 1 ci-dessus continuera (Oei, 2005).

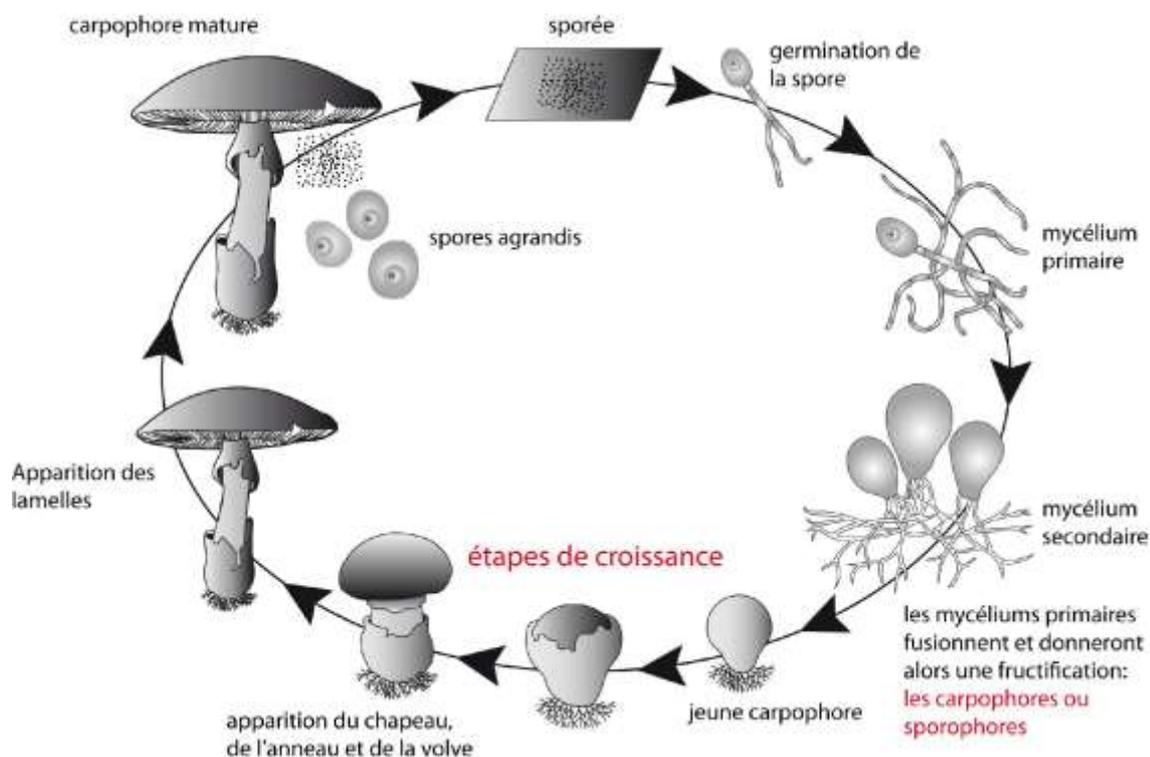


Figure 1: Cycle de reproduction des macros- champignons

Source :Oei, 2006

1.4 Catégories des champignons

Les champignons peuvent être généralement divisés en quatre catégories :

- Les champignons comestibles, qui sont charnus par exemple *Pleurotus ostreatus*.
- Les champignons médicinaux, qui ont des applications médicales par exemple *Ganoderma lucidum*.
- Les champignons toxiques, par exemple *Amanita phalloides*.
- Autres champignons, qui présentent une catégorie variée, qui comprend un grand nombre de champignons dont les propriétés restent moins bien définies (Boulmerka et al., 2017).

1.5 Les champignons comestibles

1.5.1 Définition

Les champignons comestibles sont des champignons destinés à la consommation, car contrairement aux champignons toxiques, leur consommation ne présente aucun risque pour la santé.

I.5.2 Production des champignons

La culture de champignons comestible en Afrique (Mshigeni et Chang, 2000 et Boa, 2006), Mexique (Martinez-Carrera et al., 2001) et d'Amazonie au Brésil intéresse ces pays du point de vue économique et alimentaire. La culture à petite échelle a lieu partout en Chine et pourrait fournir un modèle approprié pour le transfert de technologie. La culture du champignon de paille (*Volvariella volvacea*) est intégrée avec la production de riz au Viêt Nam (Boa, 2006). Aux U. S. A. (Pennsylvanie et Californie) sont les plus grands producteurs de champignons comestibles. La production annuelle est > 2,2 milliard de kg, soit un marché \approx 1 milliard de dollars (Nabors, 2008).

La plupart sont des saprophytes tels que le champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), les pleurotes (*Pleurotus ostreatus*), le shiitaké (*Lentinula edodes*). Les principales espèces sont cultivées sur une variété de substrats organiques, incluant les déchets de la production de coton et de café. Les industries de champignons utilisent des technologies qui sont bien établies et maîtrisées dans de nombreux pays (Blandeau, 2012).

1.6 Valeurs nutritives des champignons comestibles

Les champignons possèdent des caractéristiques uniques en termes de couleur, de goût, d'arôme et de texture, ce qui les rend attrayants pour la consommation humaine. Ils sont constitués des :

protéines: la teneur en protéines des champignons comestibles, en général, est environ deux fois supérieure à celle des Asperges et des Choux, et de quatre et douze fois de celles des Oranges et des Pommes, respectivement.

vitamines : les champignons comestibles forment une bonne source de vitamines, en particuliers : la thiamine (vitamine B1), la riboflavine (vitamine B2), la niacine, la biotine et l'acide ascorbique (vitamine C) (Crisan et al., 1976).

Fibres: Le contenu en fibres varie de 7,4 à 27,6% dans les espèces de *Pleurotus*, de 4 à 20% dans *Volvariella volvacea* et il est estimé à 10,4% dans *Agaricus bisporus*. Les fibres sont considérées comme des ingrédients importants dans un régime alimentaire équilibré et sain. En effet, Anderson et al, (1979) ont rapporté que l'alimentation des patients atteints de diabète par des régimes riches en fibres réduit leurs besoins quotidiens en insuline et stabilise leur profil de glycémie, éventuellement en diminuant le taux d'absorption du glucose et / ou en retardant la vidange gastrique.

Minéraux: les champignons sont une bonne source de minéraux. Les minéraux présents dans le substrat de culture sont absorbés par le mycélium croissant et déplacés vers les sporophores. Les constituants minéraux majeurs sont : le potassium (K) qui occupe la première position avec la plus grande teneur, suivi par le phosphore (P), le sodium (Na), le calcium (Ca) et le magnésium(Mg). Tandis que, les éléments minéraux mineurs (Bano et al., 1982) sont présentés par le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo) et le cadmium (Cd).

I.7 Comparaison de la valeur nutritive des champignons a celles de quelques aliments couramment consommés

Le tableau 1 ci-dessous présente la valeur nutritive des champignons comparée a celles de quelques aliments couramment consommés

Tableau 1: Valeur nutritive des champignons comparée a celles de quelques aliments couramment consommés

Aliments	glucides% M.S	lipides% M.S	Protéines% M.S	Sels Minéraux% M.S
Champignons cultivés	45-65	2-6	8,5-50	3-14
Soja	14-24	12,5-24	30-50	3-6,5
Haricot	57,8	1,6	22	/
Arachide	12	46-49	17-20	/
Farine de maïs	68,6	1,9	9,7	/
Manioc	87	3,13	2,2	/

Source : (Chang, 1983)

En remontant les données du tableau 1qui compare les Valeurs nutritive des champignons a celles de quelques aliments couramment consommés, nous constatons que le champignon et le soja se trouvent dans une même gamme protéinique en ce qui concerne la borne supérieure qui est de50%. D'autres aliments couramment consommés ont une teneur en protéines inférieure par rapport aux champignons et sojas. Par ailleurs, le tableau révèle une concentration en lipide inférieure chez le champignon et le maïs. Ce qui confirme la propriété hypocholestérolémiante de ceux-ci aux autres aliments couramment consommés et donc la capacité de lutter contre l'obésité (Chang, 1983)

I.8 Genre Pleurotus

I.8.1 Généralité

I.8.1.1 Origine et distribution géographique

Pleurotus ostreatus est un champignon basidiomycète du genre *pleurotus* de la famille des *pleurotaceae*. Cette espèce forestière fait depuis les années 1970 l'objet d'une culture industrielle qui a pris une certaine ampleur dans les années 1990-2000. Le genre *Pleurotus* est essentiellement originaire des pays tempérés, mais ayant une certaine adaptation pour les régions tropicales ; ce qui lui a permis une large distribution géographique. Les pleurotes poussent sur les différentes matières organiques et bois mort. Ainsi, les pleurotes poussent sur toutes les gammes des résidus cultureux du fait de sa capacité intrinsèque de coloniser les matières pecto-cellulosiques. Bref, le pleurote est un champignon cosmopolite, saprophyte sur litière ou sur le bois mort. Les espèces de *Pleurotus* ont été utilisées comme aliment ou à des fins médicales depuis longtemps et jouent actuellement un rôle important en tant que champignon comestible commercial (Ninkwango, 2013).

1.8.1.2 Quelques espèces de pleurotes cultivées :

- *Pleurotus oestreatus* (grisâtre -blanchâtre)
- *Pleurotus palmonarus* (blanchâtre)
- *Pleurotus sajor caju* (grisâtre-beige)
- *Pleurotus florida* (beige)
- *Pleurotus citrinopileatus* (jaunâtre à lamelles blanches)
- *Pleurotus salmoneo-stramineus* (rosâtre) (Ninkwango, 2001).

1.8.2 Description du *Pleurotus ostreatus*

Pleurotus ostreatus est un macro champignon qui se présente comme suit :

Chapeau : 7 à 14 cm, gris brun ou noirâtre mais souvent beaucoup plus clair, excentré, convexe puis étalé, en forme de coquille d'huitre puis flabelliforme.

Marge : mince, enroulée puis festonnée avec un liseré noirâtre.

Lames : blanche, assez serrées, décurrentes, fourchues, galbées.

Stipe ou pied : 1 à 2 cm quasi-inexistant, latéral, blanc et ferme.

Chair : mince sauf au niveau du pied, blanche, vite élastique, presque toujours très saine.

Odeur et saveur : linge mouillé, saveur douce.

Spore : crème.

Pilosité : moyenne sur presque tout le corps du champignon (Stamets, 2002).

1.8.3 Classification taxonomique des pleurotes

Selon le système Pegler (1987), la classification de pleurotes peut se résumer comme suit :

- Règne : Fungi
- Division : Eumycota
- Subdivision : Basidiomycotina
- Classe : Hyménomycètes
- Ordre : Aphyllophorales
- Famille : Polyporaceae
- Tribu : Lentineae
- Genre : Pleurotus
- Espèce : ostreatus

Source :(Tshimanga, 2012)

1.8.4 Production des pleurotes

Le tableau 2 ci-dessous présente le pourcentage de production des pleurotes dans le monde. Il en ressort que l'Asie est le premier producteur de pleurotes, suivi de l'Europe.

Tableau 2: Part des principaux producteurs de pleurotes dans le monde

Continents	Asie	Europe	Amérique du Nord	Autres
Part en % dans la production mondiale	74,4	16,3	7	1

Source :(FAOSTAT, 2007)

1.8.5 Importance des pleurotes

Comme tous les champignons comestibles, l'importance des pleurotes n'est plus à démontrer. Il joue un rôle sans pareil dans la vie de chaque jour et marque les avantages sur les aspects de la vie quotidienne. Il est important de signaler que les différents types d'importance peuvent interagir et accroître l'intérêt pour la production des pleurotes.

1.8.5.1 Agronomie

- Faute de chlorophylle, les pleurotes dégradent la matière organique pour obtenir de l'énergie. Ainsi, ils minéralisent cette dernière nécessaire aux plantes vertes.
- Alternative pour la réduction de l'utilisation des engrais par augmentation du transfert des nutriments.
- Les champignons comestibles contribuent à l'assainissement du sol en se nourrissant de certains organismes pathogènes du sol.
- Les champignons comestibles ont une efficacité biologique très élevée (100 à 200%)
- Nourriture pour les ruminants et les poissons avec le mycélium après récolte : aliment riche en protéines et meilleure digestibilité (lignine dégradée). (Stamets, 2002).

1.8.5.2 Environnement

Les champignons peuvent être utilisés comme moyen de lutte biologique contre les parasites de plantes au lieu des pesticides aux conséquences parfois dangereuses. Ils facilitent le recyclage des déchets organiques des plantes et animaux morts.

1.8.5.3 Alimentation

Les champignons comestibles renferment 20 – 40 % de protéines dont la composition en acides aminés essentiels se rapproche de celle des animaux. Cent cinquante grammes de champignons par personne et par jour correspondent à 40 % des besoins protéiques quotidiens. Par ailleurs, le genre pleurotes produit de l'éritadénine reconnue pour ses propriétés hypocholestérolémiantes, une des propriétés qui sert dans la lutte contre l'obésité. (Tshinyangu, 1994).

1.8.5.4 Importance médicinale (Propriétés antiseptiques)

Ce champignon a des propriétés antimicrobiennes et antifongiques, notamment en raison de sa richesse en terpénoïdes. Ils jouent un rôle dans les remèdes en herboristerie

traditionnelle et font l'objet de recherche pour découvrir des effets antibactériens, antinéoplasiques ou autres effets pharmaceutiques.

1.8.6 Culture des pleurotes

La culture semble avoir démarré en Hongrie et s'est maintenant étendue en Europe, en Allemagne et en Asie ; elle représente 25% de la production mondiale de champignons. Il est plutôt vendu comme champignons des bois et ne fait pas trop de concurrence aux champignons de paris. D'abord pratiqué sur les billes de boisensemencées et enterrées, elle se fait maintenant sur un substrat stérile de déchets végétaux maintenu à la température et au degré d'humidité adéquats, ce qui permet une production plus abondante dans les délais très courts (Silar et *al.*, 2013).

1.8.7 méthode de culture des pleurotes

1.8.7.1 Itinéraire de production des pleurotes

Les techniques de cultures des pleurotes diffèrent en quelques points, cette différence est généralement d'ordre matériel, mais le principe reste relativement le même. Les différentes étapes se présentent comme suit :

Préparation du substrat : Le substrat représente le matériel sur lequel se développe le mycélium des champignons. De nombreux déchets agricoles tels que des copeaux ou de la sciure de bois, de la bagasse de canne à sucre, fanes d'haricot, rafle de maïs, pulpes de café et différents types de paille peuvent servir de substrat pour les pleurotes. Après l'avoir mélangé et y avoir ajouté certains compléments tel que l'urée, on fait subir au substrat un traitement thermique permettant d'assurer au mycélium du champignon souhaité un milieu pauvre en compétiteur à savoir les champignons nuisibles tel que les moisissures (Oei, 2005).

Traitements thermiques : Le traitement thermique est destiné à tuer les micro-organismes compétiteurs pouvant se retrouver dans le substrat. Il est préférable de chauffer la plupart des substrats avant le lardage. Cette mesure est indispensable pour lutter contre les parasites et les maladies. Les méthodes thermiques suivantes peuvent être utilisées pour rendre un substrat sain :

- La pasteurisation à la vapeur : une grille à maille fine doit être placée dans un baril à pétrole pour empêcher que le substrat ne passe au travers. De l'eau est ajouté jusqu'à une hauteur de 20 cm. Ajoutez ensuite la paille humide au-dessus de la grille et exposez-la à la vapeur pendant au moins 8 heures. Attendez que le substrat ait refroidi en dessous de 30 °C

avant de procéder au lardage. Bonne méthode pour traiter de grandes quantités de déchets agricoles utilisés pour le substrat : paille, épis de maïs ou coque de graine de coton mais le risque de contamination est plus élevé qu'avec les deux autres méthodes de traitement thermique.

- La pasteurisation par immersion dans de l'eau chaude : le substrat est immergé dans de l'eau bouillante à 70°C pendant une durée de 30 à 60 minutes puis ce dernier est égoutté. Méthode simple applicable à différents déchets agricoles, tels que la pulpe de café, la paille ou la sciure de bois. Peu de chance de contamination du fait que les hydrates de carbone sont éliminés par le processus d'immersion

- La stérilisation : c'est une technique similaire à la pasteurisation à la vapeur a la seule différence que la température doit être plus élevée avec une durée beaucoup plus longue. Méthode plus simple et bien adaptée aux sacs de sciure (Oei, 2005).

Lardage du substrat pasteurisé

Le substrat doit avoir refroidi jusqu'à 30 °C, puis on y mélange le blanc (de 2 % du poids du substrat) en remplissant les sacs ou déposer un peu de blanc entre les couches de substrat. On peut mettre le substrat dans différents types de sacs. Ne jamais dépasser 20 kg par sac au risque d'une fermentation spontanée qui ferait monter la température de l'intérieur des sacs à plus de 30 °C, limite supérieure de la croissance mycélienne de la plupart des espèces de pleurotes (Oei, 2005).

Incubation et maturation

Après avoir déposé du blanc dans les sacs ou ballot, on les place sur des étagères dans les chambres d'incubation. Selon la variété et la température, le mycélium va coloniser le substrat en deux ou trois semaines et va commencer à former de petites fructifications (Oei, 2005). Par exemple une étude menée par Amani et al., (2019), montre que la durée de colonisation sur les fanes de soja, pulpes de café et épluchures de manioc et les feuilles de bananier varie entre 27 et 32 jours.

Fructification

Les ballottes doivent être conduites dans la chambre de croissance qui doit être pourvue d'ouvertures de ventilation qui permettent également à la lumière d'entrer. Il faut bien surveiller le taux d'humidité de tous les champignons pendant leur croissance à savoir un taux élevé (80 - 90%) en vaporisant de l'eau plusieurs fois par jour. Les champignons peuvent être récolté au bout de cinq jours (si la température se situe entre 15 et 20° C), pour une

seconde cueillette, comptez de cinq à neuf jours (Oei, 2005). Amani et al., 2019 obtiennent une durée moyenne de fructification $9,8 \pm 1,3$ jours sur le substrat à base de feuilles de bananier tandis que celui à base de pulpes de café a le plus petit nombre de jour de fructification à savoir $5 \pm 1,63$ jours. Il obtient également que le poids moyen des champignons récoltés sur les fanes de soja était de $88 \pm 7,75$ g tandis que les poids moyens des champignons récoltés sur les autres substrats ne dépassaient guère 70 g ($61,3 \pm 6,5$; $58,25 \pm 4,35$; 70 ± 2) pour respectivement les pulpes de café, les feuilles de bananier et les épiluchures de manioc) toutes les souches confondues (Mushagalusa et al, 2017) ont obtenu un rendement de 107g sur les fanes du haricot en y supplémentant de la bourse de vache.

I.8.7.2 Principaux facteurs qui influencent la production des pleurotes

Facteurs climatique : Les principaux facteurs climatiques qui déterminent les conditions des pleurotes sont : la température, la lumière, l'humidité et l'aération. D'une façon générale, la lumière n'est pas indispensable pendant l'incubation, elle l'est par contre pour la fructification de la majorité des espèces. La température est de 24-26 °C pendant la période d'incubation et de 15-20°C (Oei, 2005) pendant la période de fructification. En général un abaissement de la température favorise l'entrée en fructification. Un taux d'humidité avoisinant la saturation (85-95 °C) est meilleure pour le développement des champignons. L'apport d'air neuf est une donnée essentielle pour réduire la teneur en CO₂ et réalimenter en oxygène les processus de la dégradation de la lignine (Stamets, 2002).

Les facteurs environnementaux : La culture de pleurote n'exclue pas des pertes en culture. Elles peuvent être causées par des agents pathogènes et/ou des ravageurs. Ces agents nuisibles à la culture peuvent être présents avant, pendant et après la production et se manifester à tous les niveaux du processus de production. Leurs actions sont la cause majeure des baisses importantes de rendement. La culture de pleurote requiert une attention particulière et un niveau d'aseptisation maximal du matériel utilisé et de l'environnement de production et de l'environnement post récolte (Fourré et al, 1990). Il s'agit :

- Des rongeurs, des mouches, des moucheron, d'araignées, des limaces, des mille-pattes, des nématodes (vers) qui se nourrissent de mycélium de champignon, des rafles préparées, des carpophores ou forment des galeries sur le gâteau de mycélium (nématodes).
- De la fumée qui tue le mycélium ;

- De certains « champignons » microscopiques qui font la compétition avec le mycélium des pleurotes pour les substances organiques du substrat : ce sont en général reconnaissables sur les rafles par leur couleur noire, rose, verte, orange, grise...
- Des « champignons » parasites des virus ou des bactéries responsables du changement de l'aspect extérieur ou de la couleur du carpophore des pleurotes (Ninkwango, 2013).

1.8.8 Moyens de lutte

1.8.8.1 Lutte préventive

La lutte préventive est recommandée aux myciculteurs car elle est simple, économique, protectrice de l'environnement et de la qualité du produit. Elle consiste au respect des conditions hygiéniques dans la champignonnière et ses environs d'où ces neuf règles en découlent :

- Utiliser les rafles sèches et non moisies, les sachets non perforés ainsi que les semences de bonne qualité
- Aménager des entonnoirs anti-rongeurs sur les pieds des étagères et débarrasser de l'abri de culture les toiles d'araignées, les nids d'oiseaux.
- Eloigner les champignonnières de toute source de fumée.
- Pratiquer l'ensemencement avec les substrats bien préparées et bien égouttées (ne pas fumer, ni saluer).
- Evacuer de la salle ou des étagères les gâteaux de mycélium attaqué.
- Entreposer les gâteaux de mycélium sur les étagères distantes de 60 cm du sol, et laisser les écartements de 30 cm entre les gâteaux afin d'éviter le contact des carpophores.
- Arroser les gâteaux pendant et après la récolte.
- Débuter la récolte sur les gâteaux les plus jeunes.
- Eviter de pulvériser la salle d'incubation ou la salle de récolte par les produits chimiques en présence de gâteaux susceptibles ou en cours de fructification. (Ninkwango, 2012).

1.8.8.2 Lutte chimique

Elle se pratique au contact du taux élevé d'attaque du substrat préparé par les moisissures qui en constituent les principaux ennemis.

- Isoler les gâteaux bien portants dans un lieu propre.

- Pulvériser la salle et ses environs avec un mélange de fongicide et d'insecticide au moyen d'un pulvérisateur ou d'un atomiseur.
- Badigeonner les étagères, le plafond, les murs avec l'eau de chaux.
- Attendre la baisse de la rémanence des produits avant de déposer les gâteaux sur la surface traitée. La méthode la plus facile et usuelle consiste à ajouter un fongicide à base de carbendazime sous forme d'ingrédient à raison d'un millilitre de fongicide pour 10L d'eau, ou 0,2% de ce fongicide en poudre. On peut aussi utiliser un produit à base de benomyl comme du benlate à raison de 5g pour 10L d'eau (localité où la température varie entre 25°C et 35°C (Ninkwango, 2012).

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1 Description de la zone d'étude

L'étude s'est effectuée entre janvier et avril au GIC champignon qui est une exploitation spécialisée dans la production des champignons. Elle est basée dans la région de l'ouest Cameroun, département de la Mifi, arrondissement de Bafoussam 1^{er}, quartier Banengo, situé à côté du lycée bilingue de Bafoussam plus précisément dans l'un des locaux de la délégation d'arrondissement d'agriculture de Bafoussam 1^{er}.

L'arrondissement de Bafoussam 1^{er} présente un climat camerounien d'altitude avec deux saisons : une longue saison des pluies allant de mi-mars à mi-novembre et une courte saison sèche allant de mi-novembre à mi-mars. Ses coordonnées géographiques sont de 5°25 de latitude Nord et ; 10°25 longitude Est. La température moyenne annuelle dans la localité est de 22,70°C, il y tombe (3 000 mm) de pluie par an et est situé à une altitude moyenne de 1450 m.

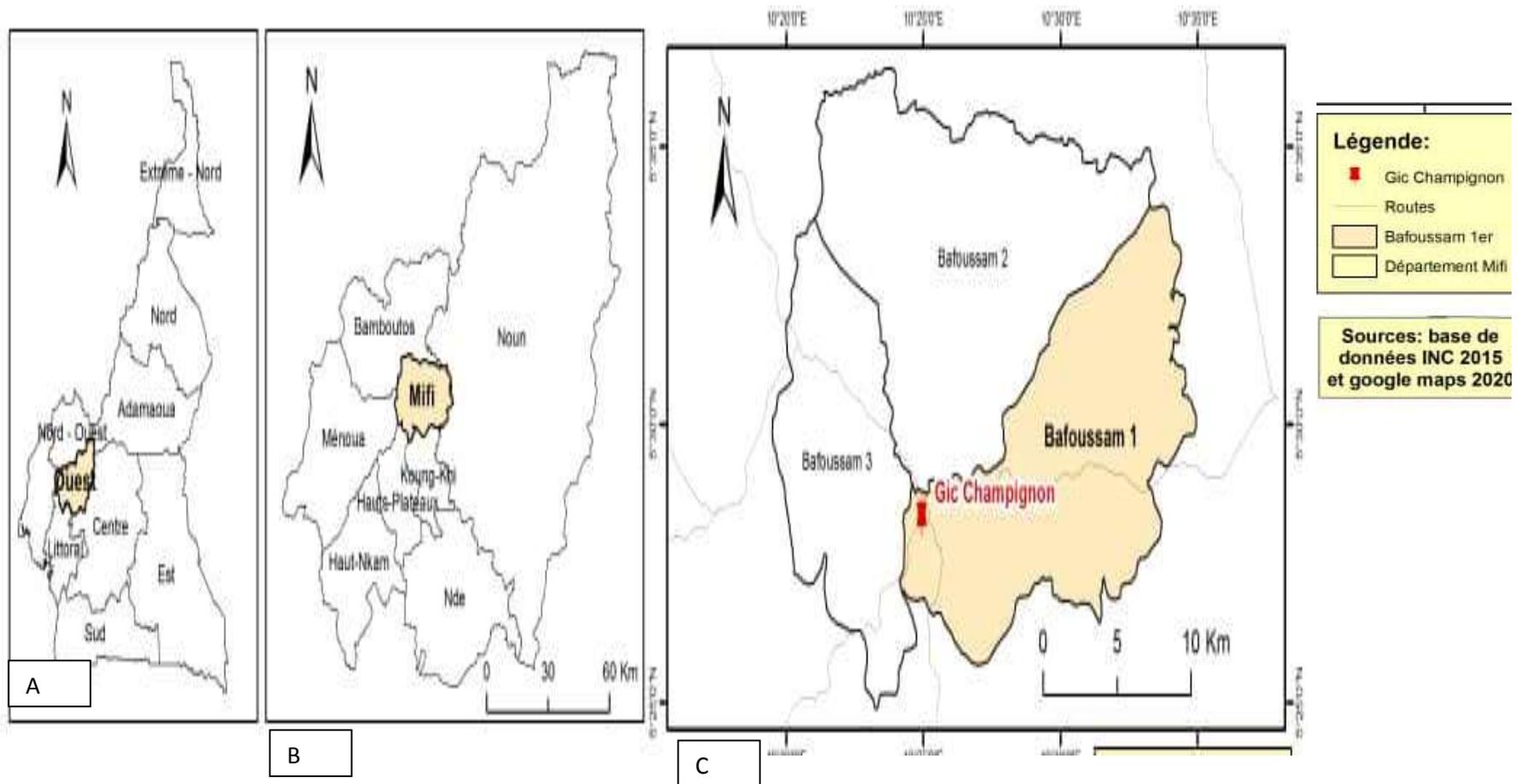


Figure 2: Carte de Localisation du GIC champignon dans la région de l'ouest Cameroun

A : carte du Cameroun présentant la région de l'ouest ; B : carte de la région de l'ouest présentant le département de la Mifi ; C : carte de l'arrondissement de Bafoussam présentant le GIC champignon dans la région de l'ouest Cameroun

2.2 Matériel

2.2.1 Matériel fongique (blanc de pleurote).

Le matériel fongique provient des laboratoires d'Agri business basé à Yaoundé. Il se présente sous forme de gelée blanchâtre dans des bouteilles en verre transparent. Après obtention de ce blanc primaire qui en réalité représente la souche primaire produit à partir de la culture de tissus de pleurotes. Le GIC champignon produit le blanc secondaire par multiplication de la souche primaire sur des rafles de maïs en bouteille de verre transparentes. Le procédé de production de ce blanc secondaire est décrit comme suit : Les rafles concassées sont trempées dans une bouillie désinfectante composée de l'eau propre, l'urée, la chaux éteinte, et le fongicide. Après le substrat est égoutté et est chargé dans des bouteilles jusqu'au $\frac{3}{4}$. Les bouteilles sont par la suite fermées à l'aide de couvercles munis de trous d'aération, puis stérilisées à l'autoclave pendant 60 minutes à 120°C. Après refroidissement, La souche primaire de *Pleurotus ostreatus* est repiquée sur les dites rafles de maïs pour produire la semence finale de culture. L'incubation est faite à l'air libre dans une salle d'incubation.



Figure 3: Photographie des boîtes de semence

2.2.2 Champignonnière

L'essai est conduit en deux phase : la phase d'incubation et la phase de fructification ou de production et occupe respectivement deux salles distinguées des locaux du dit GIC. Les salles possèdent des ouvertures d'aération au niveau des portes et des fenêtres. Les meubles sur lesquels reposent les ballotes sont faits en bambou et possèdent des étagères distantes de 1m entre elles et de 60 cm à partir du sol dans la salle de fructification et une grande table de 12 m² dans la salle de colonisation.

2.3.3 Substrat

Les substrats utilisés ici sont :

- 1 La rafle de maïs (figure 4A) séchée et concassée en petite taille de volume moyen de 4cm^3 ont été issues auprès des producteurs de la localité de Bafoussam.
- 2 Les pulpes sèches de café (figure 4B) (la baie de café qui constitue sa partie non propre à la consommation) provenaient de la Caplami de Bafoussam
- 3 Les fanes de haricot séchées (figure 4C). Elles ont été collectées auprès des producteurs de la localité de Bafoussam.
- 4 La sciure de bois blanc (figure 4D) provenait de l'un des ateliers de menuiseries de la localité.
- 5 le cinquième substrat est constitué du mélange rafle de maïs +sciure de bois blanc (A+B)



Figure 4: Différents substrats utilisés

A : rafle de maïs B : Pulpe de café C : fane de haricot D : sciure de bois blanc

2.3.4 Autres matériel

Pour les différents processus, nous avons aussi utilisé : l'eau, le bois de chauffage, le fut de pasteurisation, les sachets noirs en polyéthylène non perforés, les seaux, l'arrosoir, le pulvérisateur, la fourchette, la cuillère à café, le cache nez, l'urée, la chaux éteinte, le fongicide, la balance sensible.

2.4 Méthode de culture

2.4.1 Taille de l'échantillon et dispositif expérimental

L'essai a été réalisé dans un dispositif complètement aléatoire. Les 5 substrats utilisés ont été répété 4 fois chacun. Soit 5 substrats x 4 répétitions et chaque unité avait 4 ballottes (5x4x4) soit au total 80 ballottes sur lesquelles était basée l'expérience. Les ballottes avaient un poids de 1,5 kg chacun. La distance entre les différentes unités était de 0,25m. L'expérience a occupé une surface de 12m².

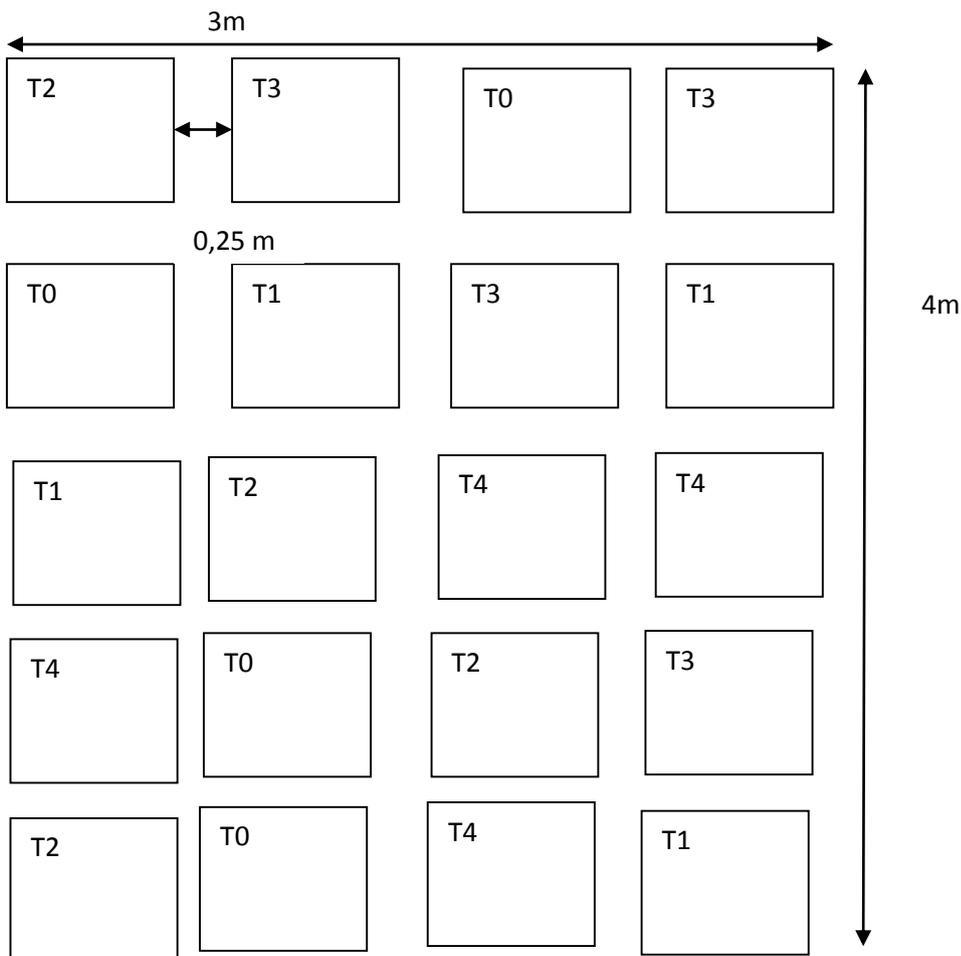


Figure 5: Schéma du dispositif expérimental

Légende	Substrats
T0	Sciure de bois blanc
T1	Rafle de maïs
T2	Pulpe de café
T3	Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc
T4	Fane de haricot

2.4.2 Etape de réalisation de la culture des pleurotes

L'essai a été réalisé en plusieurs étapes. La démarche est la suivante :

2.4.2.1 Préparation des substrats en vue de leur inoculation ultérieure.

Le tableau 3 ci-dessous présente les différents substrats et les autres éléments (Chaux, Urée, Fongicide) utilisés pour préparer les ballottes en vue de leur inoculation ultérieure.

Tableau 3:Composition des substrats

Substrats	Chaux (g)	Urée (g)	Fongicide: Banco+ (cuillère à café)	Eau (litre)	Poids (kg)	code
Sciure de bois Blanc	500	50	3	50	10	Sc
Rafle de Maïs	500	50	3	50	10	Ra
Pulpe de café	500	50	3	50	10	Pa
Mélange Rafle de Maïs+ Sciure de bois blanc	500	–	3	50	5+5=10	Me
Fane de haricot	500	50	3	50	10	Fa

2.4.2.2 Traitement des substrats

Il suit les étapes suivantes :

Emiettement la fane de haricot a été découpée en morceaux à l'aide d'une machette et les rafles de maïs broyées par un broyeur électronique

Trempage de certains substrats : les fanes de haricots, la sciure de bois blanc ont été trempés séparément dans l'eau propre du robinet pendant 1 heure dans une bassine pour les ramollir,

Egouttage: les substrats trempés ont été placés sur un sac pour égoutter l'eau après trempage,

Préparation de la bouillie (figure 7) : c'est le mélange proportionnelle d'eau, de la Chaux éteinte, de l'urée et du fongicide. Elle a été préparée comme suit : dans 50l d'eau propre, on y ajoute 500g de la chaux éteinte, 50g d'urée, et 3 cuillères à café de fongicide (banco +)



Figure 6: Bouillie préparée

Mélange des substrats : Les substrats ont été mélangés dans environ 5l de bouillie préparé précédemment dans un récipient (bassine) désinfecté. Un supplément d'eau est apporté progressivement jusqu'à ce que le substrat soit humidifié de façon à ne pas laisser égoutter de l'eau après leur pression dans la paume de main.

Remplissage des sachets : ensuite les substrats ont été remplis dans des sachets noirs en polyéthylène et attachés en faisant les nœuds pour fermer les sachets et porter à la pasteurisation à la vapeur.

Pasteurisation à vapeur (figure 7A.B) : une grille à maille fine avait été placée dans un fût métallique pour empêcher que le substrat ne passe au travers. De l'eau aussi était ajouté jusqu'à une hauteur de 20 cm. Puis les sachets remplis de substrats étaient ajoutés au-dessus de la grille et fermés hermétiquement à l'aide d'un autre plastique plus sophistiqué. Ensuite, le feu au bois avait été allumé sous le fut pendant 3h. La température moyenne dans le fut était d'environ 60 à 70°C.

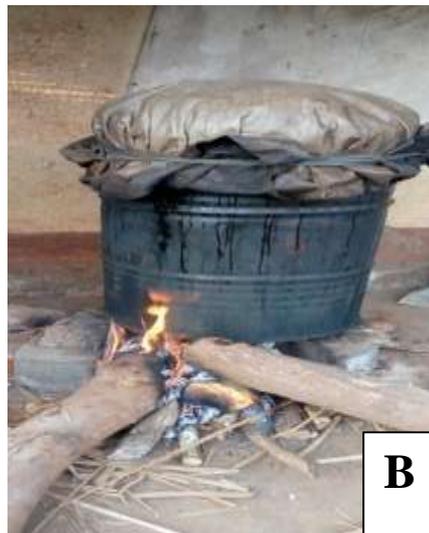


Figure 7: Photographies de la pasteurisation des ballotes

A : Ballottes chargées dans le fût de pasteurisation, B : Ballotte en cours de pasteurisation

Refroidissement : après pasteurisation, les substrats ont été refroidis à l'air libre pendant 2 heures avant le lardage.

Le lardage ou l'ensemencement des substrats :

L'ensemencement des substrats a été fait dans une salle d'inoculation. Le milieu de travail qui était une table de 15m² avait d'abord été désinfectée avec l'alcool dénaturé à 95 %. A l'aide d'une balance sensible, les ballottes de 1,5kg ont été pesées et ont été lardées (semées) à 10% du poids de leur ballotte. Ce qui veut dire que 150g de mycelium (semence) était introduit (lardé) dans chaque ballottes (constitué de substrats) de 1,5kg. Comme le montre la figure (8 A.B) ci- dessous. Les sachets ont été par la suite attachés, étiquetés et placés dans une chambre d'incubation.



A : Ballottes déjà prête à être incubée, B : Ballotte ensemençé

Figure 8: Lardage ou l'ensemencement des substrats

Incubation des substrats

Après lardage, les ballottes ont été mises en incubation dans une salle dont la luminosité était presque nulle, le niveau d'oxygène relativement bas et la température interne de la salle était de 25°C. Elles ont été sondées à partir du 10^{ème} jour d'incubation. Cette opération a consisté à détacher les emballages pour observer la proportion de substrat colonisée par le mycélium. Les ballottes totalement colonisées ont été mis en salle de production.

Fructification/Production et récolte

Après la colonisation des ballottes, ils ont été transférés dans la salle de production éclairée avec une température comprise entre 15 et 18°C à l'aide des bassines. L'humidificateur présent dans cette salle permettait de garder l'humidité de la salle entre 70 à 90%. La fructification est faite sur étagères. Les récoltes des carpophores ont été faites chaque fois que les primordia entraînent en maturités (figure 9). Les données qui étaient enregistrées sont : la durée moyenne d'incubation, la durée de maturation des primordia, le nombre total de fructification, le pourcentage de contamination des ballottes de chaque substrat et le rendement total en poids frais de chaque substrat.



Figure 9:Ballottes fructifiées

2.4.3 Entretien des ballotes et de la champignonnière

La champignonnière a été désinfectée à base d'une solution de fongicide (banko) et d'eau de javel. Les alentours du bâtiment ont été défrichés. Les surfaces des murs et étagères ont été badigeonnées avec une solution boueuse et chaux.

2.5 Evaluation des paramètres

Cette étude comparative des substrats, en culture des pleurotes fait intervenir des évaluations de croissance (masse fraîche des carpophores) et d'anomalie (contamination des substrats). Ainsi les données collectées sont conduites à une collecte des données basée sur :

- Durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés.

- Durée de maturation des primordia ; elle est déterminée par comptage du nombre de jour.
- Nombre total de ballottes Fructifiées de chaque substrat, il est déterminé par comptage du nombre de ballote fructifié de chaque substrat
- Pourcentage (%) de contamination des ballotes par substrat : sa détermination se fait par comptage du nombre de ballote contaminée, divisé par le nombre total de ballote du lot, multiplié par 100.
- production total en poids frais de chaque substrat est déterminée à partir de la somme des masses fraîches des carpophores collectés tout au long de notre étude à l'aide d'une balance sensible.

2.6 Analyse des données

Les données sur la vitesse de colonisation du mycelium et la maturation des primordia, le nombre de ballottes fructifié, ainsi que le pourcentage de contamination et le rendement des pleurotes sur différents substrats testés ont été enregistrées dans le tableur Microsoft Excel 2013. L'analyse a été par la suite faite suivant au test d'ANOVA à un facteur au seuil de signification 5% grâce au logiciel R version 4.0.3. Les moyennes ont été séparées par la PPDS (plus petite différence significative).

CHAPITRE 3 : RESULTAT ET DISCUSSION

3.1 Evaluation de la durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés, durée de maturation des primordia, le nombre total de ballottes fructifiées, et le pourcentage de contamination des ballottes par substrat.

La durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés, durée de maturation des primordia, le nombre total de ballottes fructifiées, et le pourcentage de contamination des ballottes par substrat sont résumés dans le tableau 4. Il en ressort que tous ces paramètres ont significativement variés suivant le substrat.

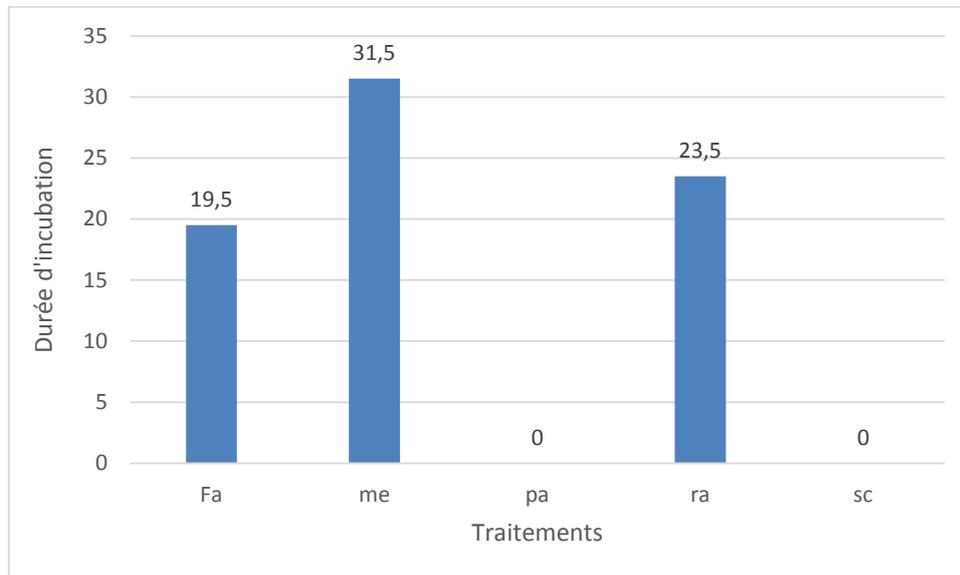
Tableau 4 : durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés, durée de maturation des primordia, le nombre total de ballottes fructifiées, et le pourcentage de contamination des ballottes par substrat.

Types de substrat	Durée moyenne d'incubation (jours)	Durée de Maturation des primordia (jours)	Nombre total de ballottes Fructifiées	le pourcentage de Contamination des ballottes par substrat (%)
Fane de haricot	19,5±22,53a	4,87±0,14a	11,00±0,00b	45,00±0,0b
Mélange rafle de maïs +Sciure de bois blanc	31,5±1,29a	1,93±2,23b	16,00±1,15a	20,00 ±12,5c
Pulpe de café	0,0±0,00b	0,0±0,00c	0,0±0,00c	100,00±0,0a
Rafle de maïs	23,5±1,29a	4,06±0,55a	15,75±0,50a	25,25±12,5c
Sciure de bois blanc	0,0±0,00b	0,0±0,00c	0,0±0,00c	0,00±0,0d

a, b, c, d : les moyennes portant les lettres différentes dans la même colonne sont significativement différentes (P<0,05).

3.1.1 Durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés.

La figure 10 ci-dessous présente la durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés



Sc : Sciure de bois blanc, Ra : Rafle de maïs, Pa : Pulpe de café, Me :Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc, Fa : Fane de haricot.

a, b, c, d: les histogrammes portant les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

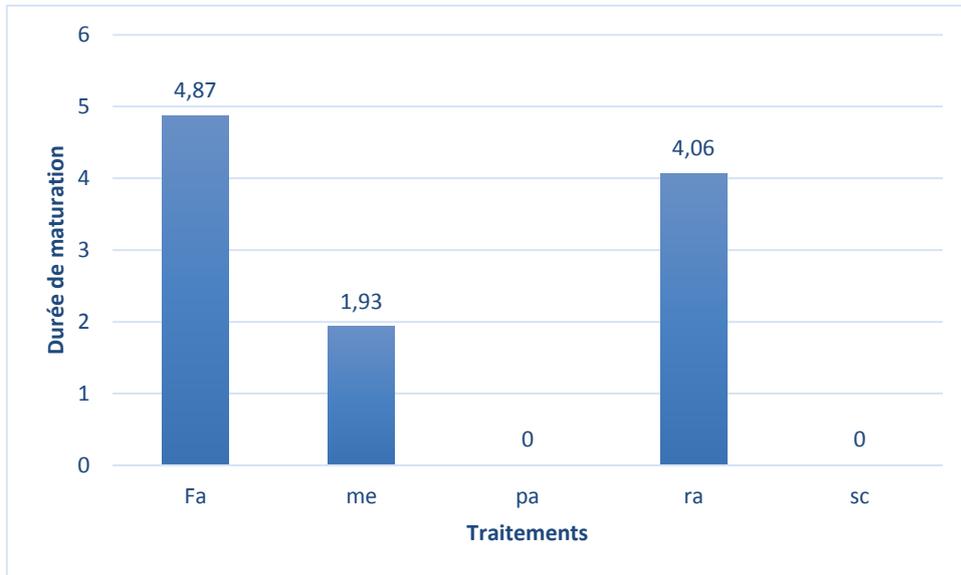
Figure 10: Durée moyenne d'incubation en fonction des traitements.

Il ressort de cette figure, que le nombre de jour d'incubation varie entre différents substrats testés. La durée d'incubation des fanes de haricots a été meilleure mais n'a pas été statistiquement différent de celle du mélange rafles de maïs + sciure de bois blanc, et statistiquement différent de la durée d'incubation de la pulpe de café et de la sciure de bois blanc. Le meilleur résultat obtenu avec le substrat fait à base de fanes de haricot se justifierait par le fait que la fane de haricot étant une légumineuse possède une teneur en azote telle que la plante offrirait au mycelium des conditions d'une colonisation plus rapide que celles des rafles de maïs. Cependant, le résultat obtenu sur la sciure de bois blanc ($0,0 \pm 0,00$) est contraire à celui obtenu par (Dibaluka et al., 2010), qui avaient eu une durée d'incubation de 35 jours. L'écart entre ces chiffres proviendrait de la fermentation du substrat. En effet, (Dibaluka et al., 2010) avaient laissé fermenté leur sciure de bois blanc sous bâche pendant un mois avant de l'utiliser comme milieu de culture. Ce qui n'était pas le cas dans notre essai. Le résultat obtenu sur la durée d'incubation de la pulpe de café a été contraire à celui obtenu par (Amani et al., 2019) qui avait enregistré une durée de 32 jours d'incubation. Ceci se justifierait par le fait que ce dernier avait bouilli les pulpes de café 30 minutes, puis les

avaient laissé égoutter pendant 12 heures avant d'utiliser comme milieu de culture. Ce qui n'était pas le cas dans notre essai.

3.1.2 Durée de maturation des primordia

La figure 11 présente la Durée de maturation des primordia des substrats testés.



Sc :Sciure de bois blanc, Ra :Rafle de maïs, Pa :Pulpe de café, Me :Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc, Fa :Fane de haricot.

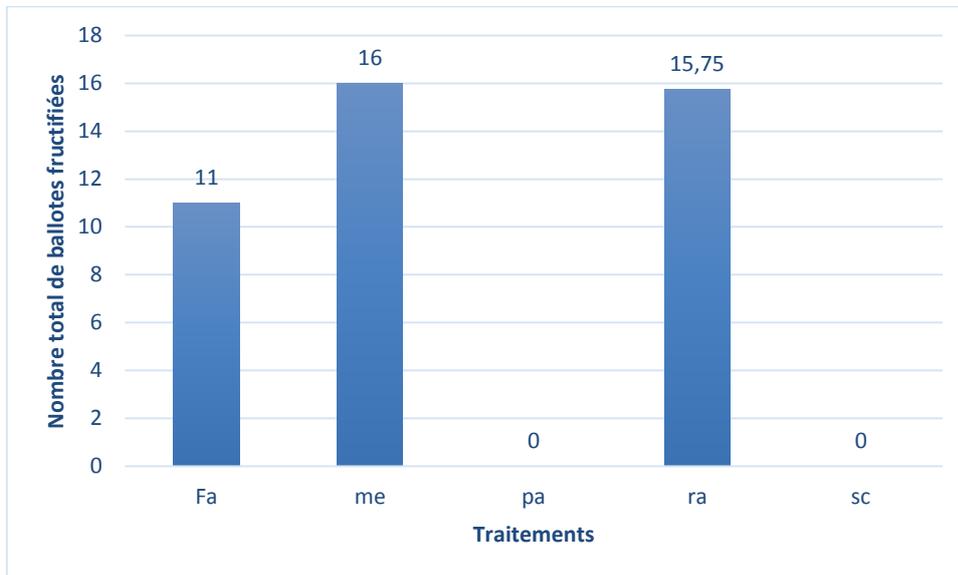
a, b, c et d: les histogrammes portant les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Figure 11: Durée moyenne de maturation en fonction des substrats.

De cette figure il ressort, que le nombre de jour de maturation varie entre différents substrats testés. La durée de maturation des primordia du mélange de rafles de maïs + sciure de bois blanc a été meilleure et statistiquement différente de celle des fanes de haricot et des rafles de maïs. Toutefois, ce meilleur résultat obtenu sur le substrat fait à base du mélange de rafles de maïs + sciure de bois blanc se justifierait par la combinaison des éléments nutritifs de la sciure et des rafles de maïs qui aurait favorisé une croissance rapide des primordia. cependant, Les durées de maturation des fanes de haricot et des rafles de maïs qui sont respectivement de $4,87 \pm 0,14$ et $4 \pm 0,55$, ont été proches à celles obtenus par (Yomba, 2019) à savoir respectivement $4 \pm 1,3$ et $4 \pm 0,6$.

3.1.3 Nombre total de ballottes fructifiées

La figure 12 présente le nombre total de ballottes fructifiées.



Sc :Sciure de bois blanc, Ra :Rafle de maïs, Pa :Pulpe de café, Me :Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc, Fa :Fane de haricot.

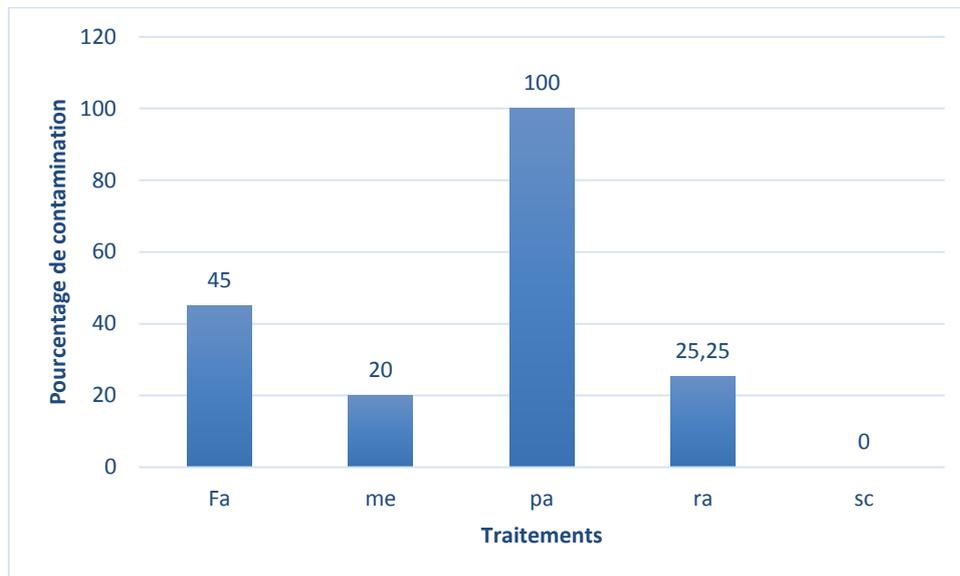
a, b, c et d: les histogrammes portant les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Figure 12: Nombre total de ballottes fructifiées en fonction des traitements

De cette figure, il ressort que le nombre total de ballottes fructifiées des rafles de maïs et du mélange rafle de maïs +Sciure de bois blanc a été meilleure et pas statistiquement différent, mais ont été statistiquement différent de celui des fanes de haricot, des pulpes de café et de la sciure de bois blanc. Le faible résultat obtenu avec les fanes de haricot s'expliquerait par sa texture grossière et pas compact pour faciliter le développement du mycélium. Les nombres totaux de ballottes fructifiées obtenus sur les pulpes de café et la sciure de bois blanc ont été nuls. Ceci serait juste une conséquence logique de l'absence de colonisation des ballottes par le mycélium.

3.1.4 Pourcentage de contamination des ballotes par substrat.

La figure 13 présente le Pourcentage de contamination des ballotes par substrat.



Sc :Sciure de bois blanc, Ra :Rafle de maïs, Pa :Pulpe de café, Me :Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc, Fa :Fane de haricot.

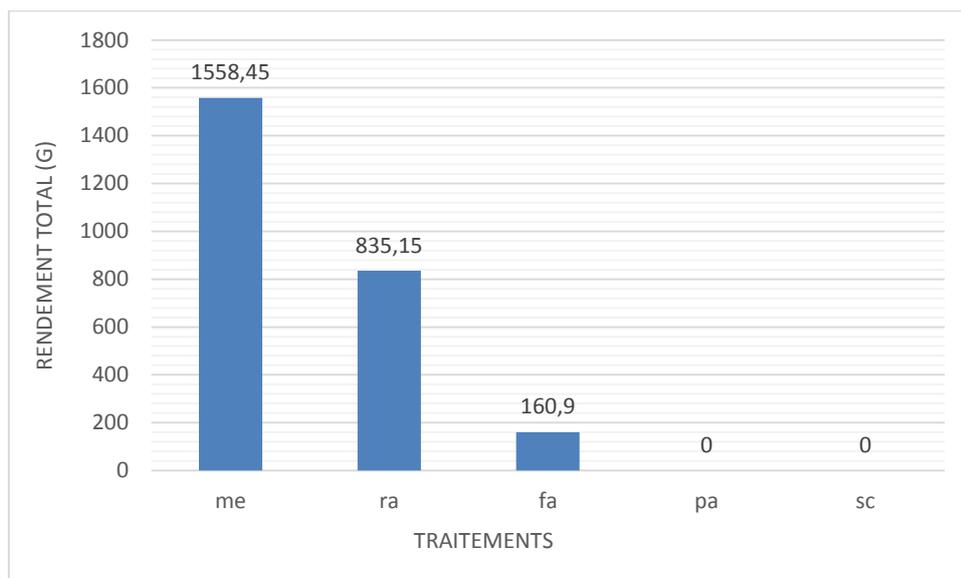
a, b,c,d: les histogrammes portant les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$)

Figure 13: Pourcentage de contamination en fonction des traitements

Il ressort de cette figure, que le Pourcentage de contamination des ballotes par substrat varie entre différents substrats testés. En comparant ces résultats, on s'en rend compte que le pourcentage de contamination des ballotes du mélange rafles de maïs +Sciure de bois blanc a été meilleur mais pas statistiquement différent de celui des rafles de maïs et statistiquement différent du pourcentage de contamination des ballotes des fanes de haricot et des Pulpes de café. Cependant, le pourcentage de contamination des ballotes à base de pulpes de café a été de 100%. Les pulpes de café seraient les milieux très favorables à la prolifération des parasites nuisibles aux pleurotes. D'après (Yomba, 2018), les pulpes de café ont une forte rétention d'eau libre favorisant ainsi les pourritures. Cela pourrait être dû à sa constitution. Les contaminations réduisent la surface d'absorption des nutriments nécessaires à la croissance des pleurotes et par conséquent contribue à leur régression au profit des microorganismes nuisibles (Yomba, 2019).

3.2. Rendement total moyen en poids frais de chaque substrat testé.

La figure14 présente le rendement total moyen en poids frais des pleurotes obtenu à partir de différents substrats testés.



Sc : Sciure de bois blanc, Ra : Rafle de maïs, Pa :Pulpe de café, Me :Mélange rafle maïs+sciure de bois blanc, Fa :Fane de haricot.

a, b, c et d: les histogrammes portant les lettres différentes sont significativement différentes ($P < 0,05$).

Figure 14: Rendement total (g) d'une ballote en fonction des substrats

De cette figure, en termes de production total, la masse totale en poids frais des carpophores est de (1583,45g) sur le mélange rafles de maïs +Sciure de bois blanc, (835,15g) sur la rafle de maïs et (160,90g) sur la fane de haricot. La production totale du mélange rafle de maïs+sciure de bois blanc a été meilleure et statistiquement différente de celle obtenue à partir des rafles de maïs suivit des fanes de haricots. Ce meilleur résultat obtenu sur le mélange rafles de maïs +Sciure de bois blanc se justifierait par le fait que les rafles de maïs auraient procurées l'humidité nécessaire à la fermentation de la sciure de bois blanc et cet effet, aurait facilité la libération des éléments nutritifs de la sciure du bois blanc. Par conséquent l'effet combiné des éléments nutritifs de ses deux substrats aurait contribué à l'amélioration de leur production. le résultat obtenu sur la pulpe de café (00,00g) est contraire

à celui enregistré par (Amani et al., 2019). Ce dernier avait eu un poids de (58,25g) sur les pulpes de café. Cet écart pourrait se justifier par le manque de colonisation de ce milieu par le mycélium dans notre essai. Le résultat enregistré sur la rafle de maïs (835,15g) est inférieur à celui obtenu par (yomba, 2019) qui est de (1400 g). Cet écart se justifierait par le fait que ce dernier avait utilisé les ballottes de 3,5 kg ce qui n'était pas le cas dans notre essai.

**CONCLUSION, RECOMMANDATIONS
ET PERSPECTIVES**

parvenu au terme de cette étude qui a porté sur l'influence de 5 types de substrat sur le rendement des champignons du genre pleurote (*Pleurotus ostreatus*) au GIC champignon dans la région de l'ouest, il en ressort que :

La durée moyenne d'incubation des substrats varie entre 19 et environ 31 jours. Il est plus court sur la fane de haricot ($19,5 \pm 22,53$) et plus long sur le mélange rafle de maïs + sciure de bois blanc ($31,5 \pm 1,29$).

La durée de maturation des primordia obtenue sur les fanes de haricots ($4,87 \pm 0,14$) et les rafles de maïs ($4,06 \pm 0,55$) a été similaire et inférieure à celle obtenue sur le mélange rafles de maïs + sciure de bois blanc ($1,93 \pm 2,23$).

Le nombre total de ballotes fructifié le plus grand a été enregistré sur le mélange rafles de maïs + sciure de bois blanc ($16,00 \pm 1,15a$) et la rafle de maïs ($15,75 \pm 0,50$), le plus petit nombre a été sur les pulpes de café et sciure de bois blanc ($00,00 \pm 0,00$).

Le pourcentage (%) de contamination des ballotes par substrat testé diffère l'un de l'autre mais la pulpe de café a enregistré le plus grand taux de contamination (100%).

En termes de production totale en poids frais des carpophores, le mélange rafles de maïs + sciure de bois blanc est le meilleur vu les résultats qu'il a fourni (1583,45g), que ce soit en pourcentage de contamination (20%), en durée de maturation des primordia (1,93 jour), que pour le rendement. Etant donné que ces substrats sont abondants dans les milieux des agriculteurs, ils peuvent donc être utilisés pour une production intensive des sporophores de ce champignon comestible.

RECOMMANDATIONS

Au terme des analyses effectuées dans le cadre de cette étude, on peut recommander l'adoption d'une culture de pleurotes à base du mélange des rafles de maïs+ sciure de bois blanc pour un accroissement efficace des rendements.

PERSPECTIVES

Cette étude donne voie à de nombreuses perspectives en rapport avec la culture des pleurotes, on peut en citer les majeures :

- Tester l'effet des additifs sur différents substrats.
- Tester l'effet du poids des ballottes sur le rendement des pleurotes

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aaronson S., 2000.** Fungi. Dans K .F.Kiple et K.C. Ornelas, eds.Theadresse consulté, <http://www.fao.org/docrep/009/y5489f00.htm>.
- ARZANI K., Boussioud C.,2018.** La multiplication de *Pleurotus ostreatus* sur différents substrats cellulosiques issus de déchets agro-alimentaire
- Amani G., CUBAKA A., BAGUMA G., IRENGE E., CASINGA C., et CIRIMWAMI L., 2019.** Effet des déchets agricoles sur la phénologie et le rendement de deux souches de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.Fr.) Kummer (Fungi, Basidiomycotina).
- Anderson, J.W. and Ward, K., 1979.** High-carbohydrate high-fiber diets for insulin-treated men with diabetes mellitus, *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 2312–2321.
- Bâ A., Duponnois R., Diabaté M., Dreyfus B., 2011.** Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l’Ouest. Méthodes d’étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie et comestibilité. Collection didactiques. Eds. IRD, France, 252 p.
- Blandeau E., 2012.** Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse Doctorat, Univ. Angers, France, 112 p.
- Boa E., 2006.** Produits forestiers non ligneux 17 champignons comestibles sauvages : vue d’ensemble sur leurs utilisations et leur importance pour les populations. Rome : 49:717–736.
- Boa E., 2006.** Champignons comestibles sauvages : vue d’ensemble sur leurs utilisations et leur importance pour les populations. FAO, Rome, Italie, 157 p.
- Boulmarka A. et Laoufi O., 2017.** Essai de multiplication et culture de champignon Pleurote à échelle laboratoire. Université de Constantine 1.
- Buller A.H.R., 1914.**The fungus lores of the Greeks and Romans. Transactions of the British Mycological Society, 5: 21–66.Cambridge world history of food, pp 313-336. Cambridge, UK, Cambridge
- Chang S.T.,** Mushroom biology: the impact on mushroom production and mushroom products, in *Mushroom Biology and Mushroom Products*, Chang, S.A., Buswell, T.A. and Chiu, S.W., Eds., Chinese University Press, Hong Kong, 1983.chap. 9.Champignons et alimentation, p.160).

Crisan E.V. and Sands A., 1978. Nutritional value, in *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*, Chang, S.T. and Hayes, W.A., Eds., Academic Press, New York, 137–168.

DIBALUKA M.S., Lukoki L. F., De KESEL A., et DEGEEFFJ., 2010. Essais de culture de quelques champignons lignicoles comestibles de la région de Kinshasa (R.D. Congo) sur divers substrats lignocellulosiques. Numéro 3, 417-422.

Dibaluka, M.S., 2012. Etude des macromycètes de la cité de Kimvula et de ses environs (Bas-Congo/RD Congo) : Diversité et productivité en forêt claire, ethnomycologie et mise en culture d'espèces saprotrophes comestibles. Thèse de doctorat. Université de Kinshasa, :15-60.

Diansambu M. I.1, Dibaluka M. S.2, Lumande K. J.2, Degreef J.3 Valorisation de résidus organiques solides d'origine agricole comme substrats pour la culture de deux espèces de champignons comestibles

Eyindong H., Degreef J., De Kesel A., 2011. Champignons comestibles des forêts denses d'Afrique centrale. Taxonomie et identification. *Abc Taxa* 10, Samyn Y., Vanden Spiegel D., Degreef J. (Eds.), p254.

FAO., 2006. Produits forestiers non ligneux 17. Champignons comestibles

FAO., 2006. Résidus agricoles, une nouvelle opportunité pour le développement, p 32-41.

FAO., 2015. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde.

FAO., 2017. Organisations des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

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

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

Gévry M-F., Simard D., Roy G., 2009. Champignons comestibles du Lac-Saint-Jean. Bibliothèque et Archives, Canada, p67.

Härkönen M., 2002. Mushroom collecting in Tanzania and Hunan (southern China): inherited wisdom and folklore of two different cultures. Dans R. Watling, J.C. Frankland,

A.M. Ainsworth, S. Isaac et C.H. Robinson, eds. Tropical mycology, Vol.1 Macromycetes, pp. 149–165. Wallingford, UK, CAB International.

Jennings D.H., Lysek G., 1996.Fungal biology: understanding the fungal lifestyle. (Bios Scientific publisher seds). Kummer Var *Ostreatus* C.V. florida): une biotechnologie prometteuse pour assurer la sécurité alimentaire à Kananga. Le semeur du Kasai revue pluridisciplinaire numéro 1.

Lowore J., et Boa, E., 2001.Bowa markets: local practices and indigenous knowledge of wild edible fungi. Egham, UK, CAB Bioscience.

Lushiku M., 2012. La culture de pleurote (*pleurotus ostreatus*) Jacquin : pries) KUMMER Var *Ostreatus* C.V. florida) : une biotechnologie prometteuse pour assurer la sécurité alimentaire à Kananga. Le Semeur du Kasai Revue pluridisciplinaire Numéro 1/2012

MSHIGENIK.E. et CHANG S.T., 2000.A guide to successful mushroom farming: with emphasis on technologies appropriate and accessible to Africa's rural and peri-urban communities. UNDP/UNOPS regional project RAF/99/021. Windhoek, University of Namibia. 34 pp.

Muschagalusa G.B., Mando J.M., Masangu G.B., LUC. S.C., Sambilic C., Bagula E.M., et Balezi A.Z., 2017. Effet de doses croissantes d'additifs sur la productivité de deux souches de *Pleurotus ostreatus* sous la technique de gobetage et sur substrats locaux en R.D. du Congo.

Nabors M., 2008. Biologie végétale. Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Ed. Pearson Education France, Paris, 614 p.

Ninkwango T., 2016. Projet CIAC Cameroun à Obala.

Ninkwango T.A., 2013. Rapport d'activité des organisations et de structuration du milieu. Yaoundé, Cameroun : La Voix du Paysan, 12p.

Oei P., 2005. La culture des champignons à petite échelle : pleurotes, shiitakes et auriculaires. Wageningen, Pays-Bas: Fondation Agromisa, CTA.

Pegler D.N. et Vanhaecke M., 1994. Termitomyces of southeast Asia. Kew Bulletin, *Pleurotus ostreatus* dans la localité de Dschang. populations. Productos forestales no madereros para Qmerica Latina y el Caribe, pp. 208-223.

- Roger P., 1981.** Les champignons. Eds. Solar pour la traduction française, Paris, 288 p.
- Rojas C et Mansur E., 1995.** Ecuador : informaciones generales sobre productos.
- Romagnesi H., 1995.** Atlas des champignons d'Europe. Ed. Bordas, Paris, 290 p.
- Senn-Irlet B., Egli S., Boujon C., Kuchler H., Küffer N., Neukom H-P., Roth J-J., 2012.**
Protéger et favoriser les champignons. Notice pour le praticien (49), Birmensdorf, Suisse, 12p.SerieForestal num1.Santiago, Chile, FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean.
- Shimanga.A.L., 2012.** La culture de pleurote (*Pleurotus ostreatus*) Jacquin : pries)
- Sicard M et Lamoureux Y., 2006.** Connaître, cueillir et cuisinier les champignons sauvages du Québec. Ed. Fides, Québec, 365 p.
- Silar P, et Malagnac F., 2013.** Les champignons découverts, Berlin, 232p.
- Smith S. E., Read D. J., 1997.** Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, Cambridge, 605 p.
- Stamets P., 2002.**Growing gourmet and medicinal mushrooms, Ten Speed Press.
- Temasoa Y., 2011.** LES VERTUS DE *Auricularia auricula-judae* (AURICULARIACEAE).
- Yomba N.J., 2018.**Effets des additifs et des fréquences d'arrosage sur la culture de champignon comestible.
- Yomba N.J., 2019.** Influence des substrats, du pourcentage de lardage et des masses des ballotes sur la culture de champignons comestibles : cas de *Pleurotus ostreatus*

ANNEXES

Annexe 1 : Glossaire de la culture

Autotrophe : tous les êtres vivants qui fabriquent leurs matières organiques à partir d'une alimentation exclusivement minérale.

Bactéries : Micro-organismes qui risquent de contaminer les cultures et particulièrement le blanc sur céréales.

Blanc : Mycélium cultivé dans un milieu stérile qui sert à la multiplication des champignons en culture.

Bouton : Stade où les jeunes champignons sont encore complètement fermés.

Cellulose : Un composant organique de bois, de la paille etc., qui se dégrade plus facilement que la lignine. C'est le matériau brut à partir duquel on fabrique du papier.

Chlorophylle : Pigment qui colore en vert la plupart des feuilles des végétaux et capte la lumière pour transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique avec dégagement d'oxygène.

Colonisation: C'est la propagation du mycélium sur un substrat.

Contamination: Une contamination est le développement d'un micro-organisme sur un substrat(bactéries, levures, virus ou champignons).

Cryptogame : embranchement du règne végétale qui désigne les plantes dont les organes reproducteurs ne sont ni fleurs ni graines comme les algues et les champignons.

Culture de tissus : Culture effectuée à partir de tissus d'un champignon jeune et sain.

Culture mère : Culture de démarrage.

Cultures secondaires : Cultures dérivées d'une autre culture.

Envahissement du blanc : Période de croissance végétative du mycélium dans le substrat après le lardage.

Espèces : Unité fondamentale de classification biologique. En général deux individus appartiennent à la même espèce s'ils peuvent produire des descendants fertiles.

Fructification: C'est le développement des champignons à partir d'un substrat colonisé.

Hétérotrophe : Tout être vivant qui ingère ou absorbe la matière organique préalablement fabriquée par d'autres organismes.

Humidité relative : Pourcentage d'humidité de l'air comparé à la quantité maximum que cet air peut contenir à cette température et à cette pression.

Humus : Matière organique en décomposition dans le sol, dérivée de matières animales et végétales mortes.

Hyphe: c'est un filament (une ou plusieurs cellules) plus ou moins ramifié. Un ensemble d'hyphes est appelé mycélium.

Incubation : Temps qui s'écoule entre l'introduction du blanc et son développement complet à travers le substrat. L'incubation se fait dans le noir à une température proche de 25°.

Inoculation: Fait d'introduire du mycélium sur un substrat.

Lardage: Technique d'inoculation d'un substrat de fructification.

Lignine : Substance organique difficile à dégrader qui forme avec la cellulose la base du bois, de la paille etc.

Micro-organismes : Organismes microscopiques virevoltant en très grand nombre dans l'air et se fixant partout.

Milieu de culture : Les besoins nutritionnels des microorganismes varient. Il existe un grand nombre de milieux de culture différents.

Mycélium : Réseau d'hyphes qui forme le corps végétatif du champignon.

Myciculture : cultures des champignons comestibles.

Mycologie : une étude scientifique des champignons.

Pasteuriser: technique permettant de traiter un substrat en gardant une flore microbienne favorable (nécessaire pour certaines espèces) au développement du mycélium.

Photosynthèse : processus par lequel la plupart des végétaux transforment l'énergie lumineuse en énergie chimique.

Primordia: Les fructifications initiales.

Saprophyte : Tout être vivant qui tire son énergie des éléments nutritifs trouvés dans les matières animales ou végétales en décomposition.

Spécimen : exemple représentatif d'une espèce animale ou végétale.

Spore: Cellule chargée de la reproduction des champignons. Ce sont un peu les graines des champignons.

Stérilisation: Fait de tuer tout les micro-organismes dans un substrat ou sur un objet (ex: lame de scalpel).

Substrat: Support sur lequel se développe le mycélium.

Thalle : Appareil végétatif des plantes non vasculaires.

(TEMASOA, 2011)

Annexe 2 :Tableaux des analyses des variances en fonction des différents substrats testés.

Tableau 1 : Analyse de la variance de la durée moyenne d'incubation en fonction des différents substrats testés en fonction des traitements

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	P (>F)
Traitement	4	3258,8	814,7	7,9716	0,0011 **
Erreur	15	1533,0	102,2		
Total	19	4791,8			

Tableau 2 : Analyse de la variance de la durée de maturation des primordia en fonction des traitements

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(>F)
Traitement	4	81,481	20,3703	19,06	$5,56 \times 10^{-06}$ ***
Erreur	15	16,031	1,0688		
Total	19	97,512			

Tableau 3: Analyse de la variance des nombre total de ballottes fructifiées en fonction des traitements

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(>F)
Traitement	4	33,80	8,4500	26,684	$1,14 \times 10^{-06}$ ***
Erreur	15	4,75	0,3167		
Total	19	38,55			

Tableau 4 : Analyse de la variance du pourcentage de contamination en fonction des traitements

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	P (>F)
Traitement	4	22937,5	5734,4	91,75	2,34x10 ⁻¹⁰ ***
Erreur	15	937,5	62,5		
Total	19	23875			

Tableau 5 : Analyse de la variance du rendement moyen/ballotte en fonction des traitements

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(>F)
Traitement	4	7,59	1,89	235,75	2,42x10 ⁻¹³ ***
Erreur	15	0,12	0,008		
Total	19	7,71			

Tableau 6 : Rendement total moyen en poids frais de chaque substrat testé.

Caractère	Traitements				
	T0	T1	T2	T3	T4
Rendement moyen/ballotte	0,00d	835,15b	0,00d	1583,45a	160,90c

Annexe 3 : Quelques photographies sur le champignon



Figure 1 : Pleurotes récoltés



Figure 2 : Salle de production des champignons

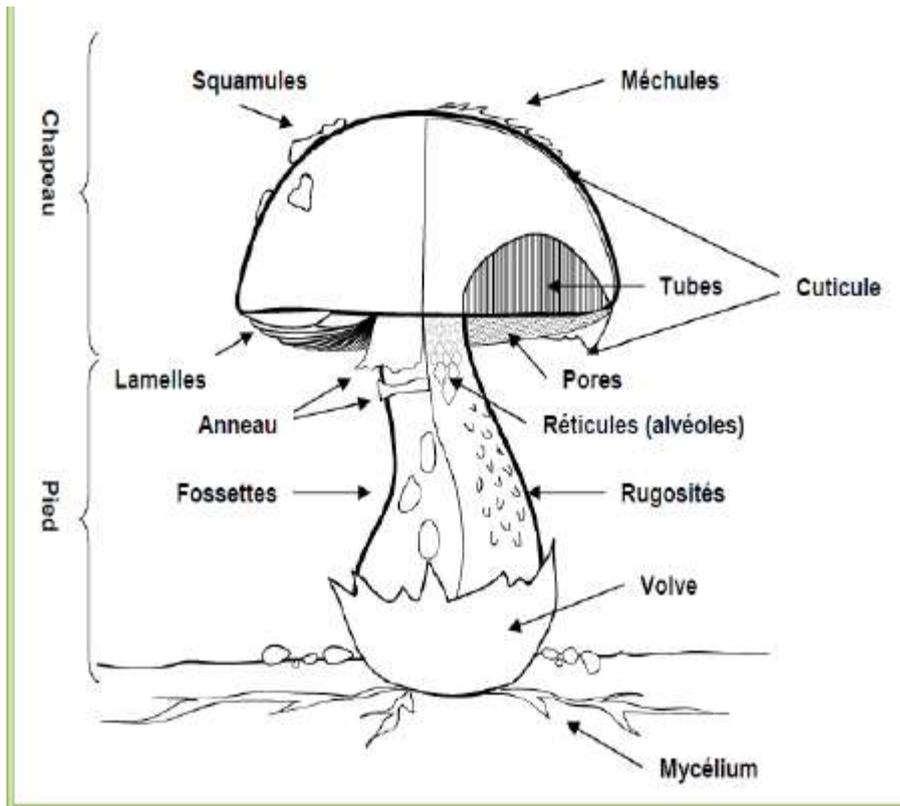


Figure 1: Présentation morphologique d'un champignon basidiomycète (Arzani, 2018).