

## RESUME

En Afrique subtropicale, et particulièrement au Sénégal, les connaissances systématiques des champignons supérieurs (CS) restent fragmentaires malgré quelques études qui ont été entamées depuis quelques années. Ainsi cette étude a été entreprise pour caractériser la diversité spécifique et acquérir des connaissances endogènes sur les principaux CS sauvages comestibles et médicinaux dans la Région de Ziguinchor du Sénégal (cas des Forêts des Kalounayes et d'Oukout). Il propose aussi une clé de détermination et une photothèque. Un échantillonnage opportuniste a été appliqué pour la collecte de spécimens. L'identification des échantillons de CS a été faite avec la description de leurs caractères écologiques, macro et micromorphologiques. La diversité mycologique a été évaluée avec la contribution spécifique et les indices de Sorensen et de Shannon. Le modèle d'entretien semi-directif a été adopté pour faire l'enquête ethnomycologique et l'indice de fidélité pour le traitement. La flore associée aux mycètes est composée de 32 espèces dominées par des phanérophytes (78,13%). Les espèces africaines (79,31%) sont plus représentées dans cette flore. Les prospections ont permis de collecter 40 espèces de CS. Elles sont réparties en deux phylum. Le phylum des Ascomycota, représenté par une seule espèce (*Daldinia decipiens*). L'autre phylum, les Basidiomycota, est représenté par la classe des Agaricomycetes. Dans cette classe 39 espèces ont été décrites, elles sont réparties en 4 ordres, 18 familles et 23 genres. Cependant, une avancée taxonomique est notée. En effet, l'étude a permis de collecter 33 espèces potentiellement nouvelles pour la fonge sénégalaise dont 12 identifiées spécifiquement sont effectivement nouvelles. Les 21 qui restent peuvent faire l'objet d'espèces nouvelles sur la fonge mondiale. Il ressort de l'analyse de la contribution spécifique et de l'indice de Sorensen que la diversité mycologique est spécifique pour chaque zone prospectée, à l'exception de deux espèces (*Daldinia decipiens* et *Marasmius* sp2). Par ailleurs, la population locale consommait les espèces du genre *Termitomyces* dans les années 70 (11,11%). En outre, elle utilise toujours les CS. Ceux qui se développant sur les arbres comme *Parkia biglobosa* (50%) et *Cola cordifolia* (20%) pour soigner des maladies comme l'hémorroïde (externe et interne), la pathologie la plus citée (50%). Ce document peut servir d'outil de base d'identification de CS. Des besoins de recherches et de valorisation s'imposent en faveur des CS comestibles et médicinales compte tenu de leurs propriétés d'anticoagulantes, d'antihyperlipidémiques, d'anti-inflammatoires, d'antitumorales et d'immunomodulatrices.

Mots clés: Champignons supérieurs, systématique, forêt des Kalounayes et d'Oukout, Sénégal.

# INTRODUCTION

Les champignons sont parmi les organismes les plus importants au monde, de par leurs rôles vitaux dans les fonctions des écosystèmes, leur influence sur l'homme et les activités humaines. La mycoflore mondiale est estimée à plus de 3 000 000 espèces (Hawksworth, 2001) d'après les études de Blackwell (2011) et Hawksworth (2012) (Taudière, 2018). Néanmoins seul 5% de ces espèces ont été décrites (Spichiger *et al.*, 2016).

La flore mycologique des pays d'Afrique en général est à ce jour relativement peu connue contrairement à celle des végétaux supérieurs en raison de l'insuffisance d'études sur la diversité taxonomique. En effet, en Afrique subsaharienne, il existerait trois flores : la flore iconographique des champignons du Congo par Beeli, Heinemann, Heim *et al* (1935-1972) ; illustrée en couleurs par Goossens-Fontana, la flore illustrée des champignons d'Afrique centrale par Rammeloo & Heinemann (1972-1997) et « a preliminary agaric flora of east Africa » par Pegler (1977) et Härkönen *et al.* (2003) (Kane, 2014).

En Afrique de l'Ouest, les études sont plus rares. Néanmoins, il a été élaboré le guide des champignons comestibles du Bénin par De Kessel *et al.* (2002). Quelques aspects ethnomycologiques ont été abordés au Nigéria : (Alasoadura, 1966 ; Oso, 1975 ; Zoberi, 1979 ; Adewusi *et al.*, 1993)

Au Sénégal, des études systématiques mycologiques ont été conduites par Ducouso *et al.* (2003) ; Kane (2006 et 2014) ; Ngom (2012) et Sidybé (2014)...

Malgré toutes ces études faites sur la diversité de la fonge du Sénégal. L'état actuel des connaissances atteint péniblement 250 espèces. Ce nombre correspond à 4% de la diversité mycologique du Sénégal, s'il s'agit de sa plus basse hypothèse qui est à l'ordre de 6000 espèces (Kane & Courtecuisse, 2013). Pourtant, les champignons supérieurs constituent une source importante pour l'alimentation des populations locales en plus des propriétés médicinales qu'ils peuvent offrir. Le manque de connaissance dans ce groupe rend difficile leur identification et réduit ainsi remarquablement les possibilités de valorisation de cette ressource. Par ailleurs, il est aussi constaté :

- ❖ un manque de données récentes sur les champignons comestibles et médicinaux au Sénégal ;
- ❖ que des prospections n'ont pas été effectuées dans certains des différents écosystèmes de la partie Sud du Sénégal (forêt des Kalounayes et forêt d'Oukout dans la Région de Ziguinchor) ;

Il est donc important aujourd'hui d'améliorer les connaissances sur ce groupe systématique. Ainsi l'objectif général de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance des champignons à sporophore au Sénégal.

Plus spécifiquement, ce travail envisage d'étudier la mycoflore des forêts des Kalounayes et d'Oukout de la Région de Ziguinchor et se propose :

- de déterminer la composition de la mycoflore et les caractéristiques des spécimens de champignons récoltés ;
- de déterminer la composition de la flore phanérogame associée aux mycètes, son spectre taxonomique, biologique et la répartition géographique des espèces ;
- de donner des outils d'identification à savoir une clé de détermination et une photothèque des champignons à sporophores collectés ;
- enfin de répertorier les savoirs locaux afin de connaître les espèces comestibles et médicinales à valoriser.

Ce travail est structuré de la manière suivante :

- Le chapitre I est une synthèse bibliographique comportant les origines possibles des champignons supérieurs, la définition du règne fongique. Il constitue aussi un rappel de la morphologie de l'organisme fongique, de ses différents cycles de vie et modes de vie et enfin de l'importance fonctionnelle des mycètes (importance écologique et économique) ;
- Le chapitre II présente le matériel et les méthodologies d'études ;
- Le chapitre III présente les résultats sur la flore, la fonge, l'enquête, les analyses de ces résultats et la discussion correspondante.

# I. CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. Origines possibles des mycètes

La phylogénie moléculaire a démontré que les champignons constituent fondamentalement un groupe polyphylétique (Dobremez, 2002) en particulier tirant leur origine des algues d'une part et des protozoaires d'autre part (Courtecuisse & Duhem, 1994). Par ailleurs, selon Adl *et al.*, (2012) il existerait un ancêtre commun ne possédant qu'un seul corps basal cilié (flagelle) (Spichiger, 2016).

Par conséquent, la genèse des premiers eucaryotes reste encore mal connue mais la science évolutive permet de guider les scientifiques à comprendre le temps de l'évolution.

Les découvertes successives réalisées en République Dominicaine d'un agaricoïde (*Corprinites dominicanus* Poinar & Singer) daté à 40 millions d'années (Courtecuisse & Duhem, 1994), dans le Wisconsin d'un Glomérromycète daté à 450 millions et plus récemment celle d'*Ourasphaira giraldae* dans les schistes de la formation de Grassy Bay (Shaler Supergroup, au sud de l'île Victoria, Canada arctique). Cette découverte repousse sans ambiguïté la date d'apparition des champignons à environ 1010 à 890 millions d'années sur la base d'analyses morphologiques, ultrastructurales et spectroscopiques des microfossiles. Cette date qui correspond ainsi aux données des horloges moléculaires pour l'émergence de ce clade en prolongeant les archives fossiles des champignons avec cette date repousse également la date minimum de l'apparition du groupe de la couronne eucaryote opisthochonte, qui comprend les métazoaires, les champignons et leurs parents protistes (Loron *et al.*, 2019). L'apparition si précoce d'opisthochonte sur la planète terre suggère que les animaux aussi auraient pu apparaître à cette époque.

## 2. Définition du règne fongique

Anciennement classés parmi les végétaux cryptogames, Jahn & Jahn en 1949, suivis par Whittaker en 1959 sont les premiers à proposer une séparation des Champignons aux Plantes vertes et de les placer dans un règne particulier (Spichiger, 2016). Kendrick (1992), définissait les champignons comme étant des organismes :

- eucaryotes ;
- hétérotrophes vis-à-vis du carbone ;
- absorbotrophes ;
- possédant une paroi chitineuse et un appareil végétatif diffus qui peut être filamenteux cénocytique (siphons) ou cloisonné ;
- se reproduisant au moyen de spores avec ou sans phénomènes de sexualité, non flagellées (spores immobiles), à l'exception des spores d'une division inférieure (Chytridiomycota) qui portent un seul flagelle en position postérieure (Kane, 2014).

Tableau 1: Comparaison des règnes des animaux, des champignons et des plantes

	Plantes	Champignons	Animaux	Références
Mode de nutrition	Autotrophes photosynthétiques (à l'exception de certaines plantes parasites comme les monotropes)	Hétérotrophes par absorption	Hétérotrophe par ingestion	(Courtecuisse & Duhem, 1994a)
Propagation	Graines ou spores	Spores	Embryon issus de la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde	(Kendrick.,1992)
Composition cellulaire	Cellulose et lignine	Chitine	Absence de paroi cellulaire, présence de membrane plasmique	(Courtecuisse & Duhem, 1994a)
Substance de réserve	Amidon	Glycogène	Glycogène	(Courtecuisse & Duhem, 1994a)

D'après Larrien & Corriol (2008), les champignons diffèrent des plantes et des animaux par leur lignée évolutive (Sidybé, 2014). Les champignons ont, la possibilité de développement exclusif d'une reproduction asexuée (très rare ailleurs), la diversité et la complexité des cycles de vie (à l'extrême, disparition totale de la différenciation sexuelle, longueur de la phase à 2 x n chromosomes), la présence de sucres spéciaux (tréhalose, mannitol, rares ailleurs) ou d'autres particularités chimiques, (Courtecuisse & Duhem, 1994a). Ils constituent alors aujourd'hui un règne en soi, le règne fongique ou règne des Mycota au même titre que les Protocaryotes, Protistes, Végétaux et Animaux (Courtecuisse & Duhem, 1994a). Sur la base de la phylogénie moléculaire, le règne *Fungi* ne regroupe plus que les espèces à spores non mobiles et le groupe unicellulaire et flagellé des Chytridiomycètes (classé préalablement chez les protistes). Les Myxomycètes d'une part, les Oomycètes d'autre part, sont exclus des champignons au sens strict et sont classés chacun dans un phylum indépendant (Dobremez, 2002).

Néanmoins, les champignons gardent des similitudes ultrastructurales avec les végétaux, surtout au niveau cellulaire (paroi, vacuole). Ils se joignent aux animaux par l'absence de plastes (niveau ultrastructural), par la présence de chitine pariétale et de substances de réserves particulières (glucidiques par exemple, sous forme de glycogène) ou par la synthèse de substances proches de celles fabriquées par l'organisme humain (niveau chimique) (Courtecuisse & Duhem, 1994a). Ils ont aussi des similarités de par leur caractère d'hétérotrophie (Kane, 2014). Ils sont donc plus étroitement liés aux animaux qu'aux plantes.

### 3. L'organisme fongique : morphologie, cycle de vie et importance fonctionnelle

Cette partie traite la morphologie de l'organisme fongique, son cycle de vie et l'importance écologique et économique des champignons supérieurs.

### 3.1.Morphologie

#### 3.1.1. Le mycélium

L'organisme fongique est un thalle unicellulaire dans quelques cas (exemple : les levures) mais généralement pluricellulaires dans d'autres cas avec des cellules allongées, appelées hyphes si elles sont cloisonnées et articulées de bout à bout (champignons supérieurs) ou siphon si la structure est coenocytique c'est-à-dire une absence de cloisons (champignons inférieurs). Souvent, les hyphes s'associent pour former le mycélium qui lui peut rester diffus ou s'organiser en amas structurés non tissulaire portant le nom de plectenchymes (Courtecuisse & Duhem, 1994 ; Roland & Vian, 1999). Le plectenchyme est de deux types, prosenchyme et le pseudoparenchyme. Généralement, il se différencie soit en de simples formes de survies (comme les sclérotes), soit en appareil de reproduction (sporophore) (Boullard, 1997) cité par Kane (2014).

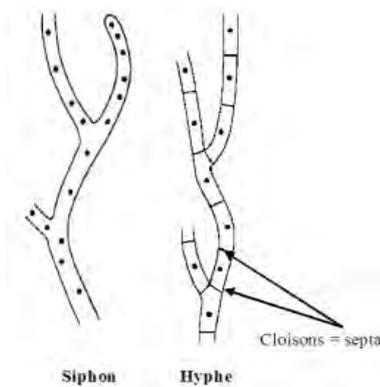


Figure 1: Filament non cloisonné et cloisonné <https://snv.univ-tlemcen.dz/assets/uploads/TD%20n%C2%B0%203-champignons.pdf>

Planche 1: Sclérote (*Sclerotinia sclerotiorum* sur melon) <http://ephytia.inra.fr/fr/C/21330/Diagno-Leg-Sclerotes>

#### 3.1.2. Le sporophore

Le sporophore (figure 2), appelé communément « champignon » est constitué le plus classiquement d'un chapeau et d'un stipe (voir figure 3) pourvu de revêtement (figure 6 et 12) ou pas. Sous le chapeau se trouve une surface fertile, l'hyménophore (figure 8) avec une certaine organisation (figure 9, 11 et 12). Dans certains cas, un voile général, une armille, une cortine ou un voile partiel peut être observé (figure 13).

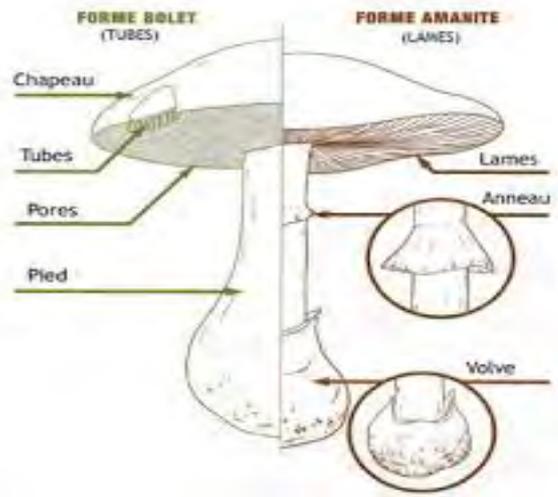
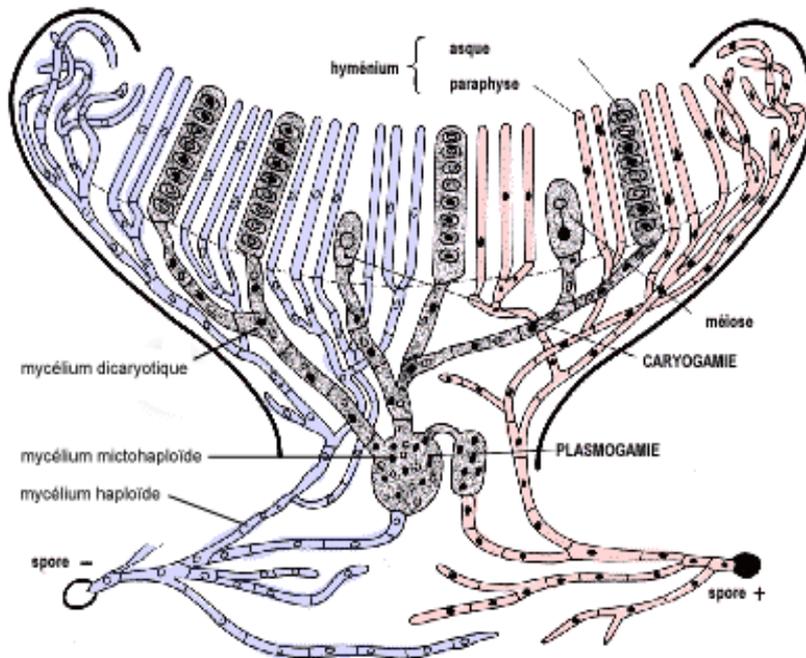


Figure 2: Schéma de l'anatomie de champignons

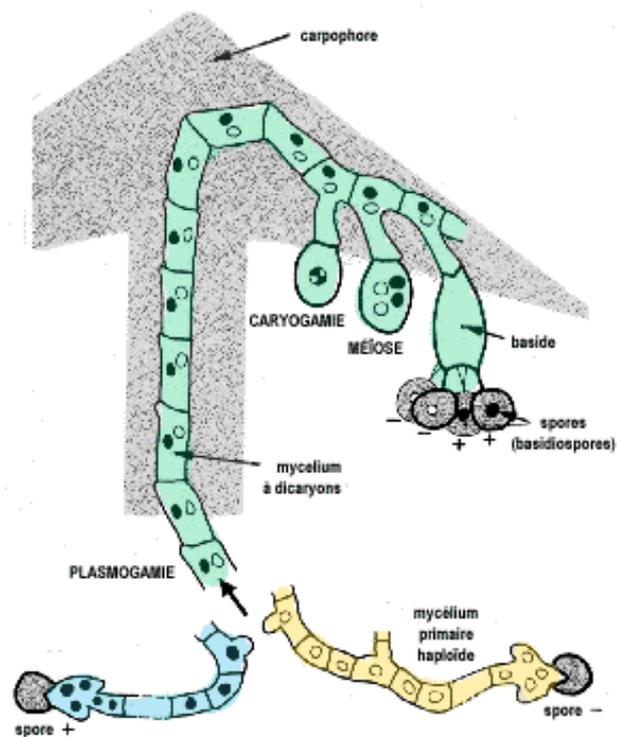
<https://sites.google.com/site/societenantaisedhorticulture/activites/conferences/programme-2011-2012/les-champignons> (02/02/2020)

### 3.2.Cycle de vie

Le cycle de vie des champignons présente une grande diversité et est très complexe. Il peut être sexué ou asexué. Dans le cycle sexué, la germination d'une spore donne un mycélium primaire avec des cellules renfermant un seul noyau à  $n$  chromosomes. Il croît et colonise son substrat suivant des paramètres de l'environnement. Quand les conditions (favorables ou stressantes) le permettent, la reproduction intervient. Dans le cycle asexué, le mycélium primaire produit des spores de dissémination, sur lui ou sur des sporophores formés de plectenchymes (Courtecuisse & Duhem, 1994a). Ce mycélium primaire s'associe avec un autre mycélium de même polarité par plasmogamie aboutissant à la formation du mycélium secondaire. Il est constitué alors de plusieurs cellules dicaryotiques à  $n$  chromosomes ( $n + n$ ) qui se divisent de manière simultanée lors de l'élongation des hyphes (dicaryophase). La caryogamie n'interviendra que plus tard après le développement du sporophore, elle se fait au niveau des asques ou basides. D'après Phillips (1981), cette fusion donne une nouvelle cellule à  $2n$  chromosomes (appelée zygote) qui va subir la méiose et former généralement 4 spores haploïdes dans le cas des Basidiomycètes jusqu'à 8 spores chez les Ascomycètes (Ngom, 2012). En résumé, la fécondation se réalise alors en deux temps : d'abord la plasmogamie suivie de la caryogamie. Entre les deux s'intercale une dicaryophase.



Exemple de cycle de vie chez les Ascomycètes (Roland & Vian., 1985)



Exemple de cycle de vie chez les Basidiomycètes (Roland & Vian., 1985)

### **3.3.Importance écologique des champignons et mode de vie**

#### **3.3.1. Notion de niche écologique**

Les niches écologiques se définissent en fonction du rôle d'une espèce ou d'une population d'espèces au sein d'un habitat ou d'un écosystème (Després, 2012). Selon Dajoz (1971), la niche écologique désigne l'ensemble des conditions environnementales (biotiques et abiotiques) telles qu'une espèce donnée peut former une population viable (Sandon, 2009). La propagation d'une espèce fongique s'avère alors tributaire, de ses adaptations spécifiques, des caractéristiques floristiques, édaphiques et topographiques du site, ainsi que de la distribution géographique et, selon le cas, de l'état de santé des hôtes (partenaires ou organismes parasités). Comme l'ensemble de ces facteurs varie au fil du temps, les espèces se succèdent au fur et à mesure du vieillissement des forêts, du réchauffement climatique, de l'apparition de prédateurs, de plantes ou d'insectes introduits (Després, 2012).

#### **3.3.2. Modes de vie**

Les champignons sont des organismes absorbotrophes et hétérotrophes avec une grande diversité de modes de nutrition. Ils peuvent vivre soit en saprotrophes se nourrissant de déchets d'organismes morts (en provenance de plantes et d'animaux, y compris de champignons) ou de produits de leurs activités soit être parasites de plantes ou d'animaux vivants, soit vivre en symbiose avec d'autres organismes : plantes autotrophes ou avec des termites (Kane, 2014). Certains champignons se nourrissent de matière organique vivante (mutualistes et même certains prédateurs...), d'autres peuvent vivre en endophytes et peuvent ne pas être perceptibles sauf en cas de fructification. Cette étude se limite aux champignons dont la nutrition est liée aux plantes et aux termites (c'est-à-dire excluant les mutualistes, les commensaux et les pathogènes d'animaux).

##### **3.3.2.a. Les saprophytes**

Ils sont des champignons qui se nourrissent de substances organiques inertes.

Les champignons lignivores attaquent le bois sur pied, ils fragilisent les arbres âgés ce qui facilite parfois leur chute sous l'action de certains facteurs du milieu : vent, pluies torrentielles. Avec d'autres organismes décomposeurs (saproxyliques), ils permettent d'éviter un étouffement de l'écosystème par accumulation de déchets ligneux en recyclant les matières ligneuses, cellulosiques (Balezi Zihalirwa, 2013). En effet le bois est un polymère complexe (lignine + cellulose + hémicellulose). Ainsi, le type de pourriture diffère selon les composés dégradés, il existe une pourriture blanche et une pourriture brune.

La pourriture blanche (fibreuse) concerne la majorité des décomposeurs de bois, en particulier sur feuillus. Dans ce cas les trois composantes sont dégradées, souvent en proportions comparables.

La pourriture brune (ou cubique) est provoquée par environ 10% des décomposeurs de bois, dont 80% viennent sur les conifères. Ils dégradent seulement la cellulose et l'hémicellulose. Les résidus donnent alors un humus riche en lignine qui est favorable à l'entretien des forêts de conifères et à la formation de mycorhizes (Kane, 2014).

### **3.3.2.b. Les champignons parasites**

Rinaldi (1989) et Calvez (2009) estiment qu'environ 20% des espèces de champignons connues sont capables de vivre en parasites obligatoires ou facultatifs (Sidybé, 2014). Une interaction au bénéfice d'un partenaire et délétère pour l'autre (+/-), inclut le parasitisme.

Les champignons parasites provoquent des maladies plus ou moins graves et peuvent entraîner la mort de leur hôte. Ainsi, ils utilisent plusieurs mécanismes : selon Campbell (1995), ils possèdent en général des hyphes modifiés appelés suçoirs ou haustoria. Ces suçoirs absorbent les éléments nutritifs en pénétrant dans les tissus de leur hôte cité par Kane (2014).

Dans le cas où la relation est bénéfique pour la plante comme *Monotropa uniflora* qui est une plante myco-hétérotrophe obligatoire, le parasitisme affecte des champignons de la famille des Russulaceae (Taudière, 2018).

### **3.3.2.c. Les champignons symbiotiques**

#### La symbiose mycorhizienne

Un grand nombre de champignons vivent en symbiose avec les végétaux et cette biodiversité issue de cette relation mycorhizienne favorise la protection des végétaux contre les polluants (métaux lourds), la croissance des forêts naturelles et des plantations commerciales dans les zones tempérées et tropicales. Certains métaux lourds comme le plomb, le nickel, le cadmium etc, sont toxiques pour la plante. Ces métaux s'accumulent dans la biosphère et sont non décomposables constituant ainsi un danger pour le vivant. Le passage en grande quantité de ces métaux dans l'arbre est bloqué par le manteau fongique créé autour de la radicelle par le mycélium du champignon jouant ainsi le rôle de filtre (Eyi Ndong, 2009). Les mycorhizes à arbuscules résistent à leur toxicité même à forte concentration. Par exemple, Chen *et al* (2007) stipulent que la croissance de différentes plantes sur des résidus miniers contaminés en cuivre est améliorée lorsqu'elles sont colonisées par *Glomus mosseae* cité par (Redon, 2009). Cependant, la fixation de ces métaux sur le mycélium peut provoquer leur accumulation dans les sporophores les rendant ainsi impropres à la consommation. Ces champignons sont des témoins efficaces de leurs biotopes sur base de la mycocénologie, de la répartition géographique des espèces (chorologie) et de la réponse des espèces aux différents stress environnementaux (anthropiques, chimiques...). Par conséquent, ce phénomène leur confère le rôle de bio-indicateur sur le site considéré. Cette biodiversité possède une valeur intrinsèque en permettant

la vie de se maintenir et de s'épanouir. D'après Egli & Brunner (2002), certains champignons synthétisent des antibiotiques qui augmentent le pouvoir défensif des plantes contre les bactéries pathogènes du sol. Ils forment également des phytohormones comme l'auxine, la gibbérelline, la cytokinine et l'éthylène qui favorisent la croissance des plantes (Eyi Ndong, 2009). Les champignons mycorhiziens vivent en symbiose avec leurs arbres hôtes. Pour leur développement, ils puisent les substances hydrocarbonées (sucres complexes) dans les tissus racinaires de leurs hôtes. En contrepartie, ils leur fournissent le précieux azote qu'ils captent dans l'atmosphère du sol, le phosphate qu'ils extraient aussi du sol. Ils apportent à l'arbre des oligo-éléments indispensables puisés dans le milieu (cuivre, zinc...) ; en plus de cela, ils offrent par leurs filaments mycéliens un spectre plus large au système racinaire de l'hôte mobilisant ainsi l'eau captée au profil de l'hôte (Bâ *et al.*, 2011).

#### ✚ La relation champignon - termites

Les champignons du genre *Termitomyces* constituent un groupe monophylétique des champignons lamellés. Le nombre de *Termitomyces* décrites est de 30 espèces seulement (Osiero *et al.*, 2010) et elles sont répertoriées dans la 10<sup>e</sup> édition du dictionnaire des Champignons (Karun & Sridhar, 2013). Les *Termitomyces* vivent en symbiose avec des termites (*Isoptera*) de la sous-famille des *Macrotermitinae* (Karun & Sridhar, 2013). Ce type de symbiose semble être le résultat d'un processus de coévolution depuis le début du tertiaire avec une origine forestière unique sous la pluie africaine (Okhuoya *et al.*, 2010). Suivant les propos de Rouland-Lefevre *et al.* (2002) ; Nobre & Aanen (2012), les cycles de vie et les subtilités de la coévolution entre les termites et les *Termitomyces* (phases asexuée et sexuée) sont controversés (Karun & Sridhar, 2013).

Martin & Martin (1978) ; Rouland-Lefevre (2000) ; Hyodo *et al.* (2003) soutiennent que les champignons aident à la digestion de macromolécules complexes (cellulose, l'hémicellulose et la lignine) (Osiero *et al.*, 2010). Cette théorie est confirmée par (Rouland-Lefèvre *et al.*, 2006). En effet, les peignes de champignons sont logés dans des chambres spécialement construites, soit à l'intérieur d'un monticule, soit dispersées dans le sol. Ils contiennent des spores viables de plus de 20 espèces de champignons digérant le bois. Cependant, seules les spores de *Termitomyces* germent et donnent une couche dense constituée d'hyphes<sup>1</sup>. Les termites travailleurs qui se nourrissent de matériel végétal sec produisent des granules fécaux (matières fécales primaires) (Karun & Sridhar, 2013) qui sont ajoutés en permanence au sommet du peigne et un mycélium fongique se développe rapidement dans le substrat nouvellement ajouté. Après quelques semaines, le champignon commence à produire des structures végétatives, des nodules (qui sont des champignons non mûrs modifiés) (Aanen *et al.*, 2007) ainsi ils deviennent riches en azotes. Ces peignes de mycéliums

---

<sup>1</sup> <https://www.esf.edu/efb/turner/termitePages/termiteFungH2O.html> (12/06/2019)

fongiques, en sénescence, servent de source de nourriture supplémentaire pour les termites (Rouland-Lefèvre *et al.*, 2006) ; (Karun & Sridhar, 2013). Par conséquent les termites absorbent des enzymes lignocellulolytiques d'origine fongique et bactérienne (Karun & Sridhar, 2013) en plus de cela, le rapport C / N diminue. En outre, Nobre & Aanen (2012) estiment que ce processus est similaire à celui d'une panse d'un ruminant et le qualifient de rumen externe. Ils ont aussi soutenu que les termites collectent des spores asexuées de champignons (Karun & Sridhar, 2013).

#### **3.3.2.d. Les champignons endophytes**

Les endophytes sont des organismes qui vivent au moins pour une partie de leur cycle de vie à l'intérieur des tissus végétaux sans créer de maladie apparente. Ils se distinguent selon les organes qu'ils habitent (par exemple : feuilles (phyllosphère), fruits, racines (rhizosphère) en passant par les tiges, les fleurs et l'écorce) et selon le groupe fonctionnel (Rodriguez *et al.*, 2009).

Une multitude de micro-organismes, selon Haroim et coll (2015) principalement les Dothideomycètes (Ascomycètes), les Sordariomycètes (Ascomycètes), les Agaricomycètes (Basidiomycètes) et les Gloméromycètes vivent à l'intérieur des tissus végétaux (Taudière, 2018). Leur écologie et leur évolution sont encore très mal comprises. Malgré cela, il est connu que les communautés de champignons endophytes foliaires sont structurées par l'environnement local (pluviométrie, température moyenne, feu, teneur en carbone foliaire, espèces végétale, peuplement végétal, âge des individus), en particulier via la plante hôte et par leur capacité de dispersion (Taudière, 2018).

D'après Redin & Carris (1996) ; Raven et al. (2007), ils procurent à la plante une longévité accrue, une meilleure activité photosynthétique, des alcaloïdes toxiques et d'autres molécules qui jouent un rôle contre la prédation et une meilleure résistance à la sécheresse (Kane, 2014).

#### **4. Comestibilité, toxicité et usages médicinales**

Les champignons sont utilisés depuis des siècles comme source d'aliments. Ils furent consommés pour la première fois en Chine, environ 900 av. JC (Kiple & Ornelas, 2000). Ils sont plus connus maintenant comme aliments fonctionnels et source de médicaments bénéfiques sur le plan physiologique. Les champignons accumulent divers métabolites secondaires, à savoir des composés phénoliques, des polykétides, des terpènes et des stéroïdes (Omar *et al.*, 2015). Le nombre de champignons comestibles dans le monde est estimé à 1100 espèces (Boa, 2006) cité par (Cissé, 2015) et ils sont utilisés dans 85 pays différents (De Roman, 2010). L'Afrique occidentale quant à elle abriterait au moins 70 espèces comestibles (Fadeyi *et al.*, 2017). Au Sénégal, les travaux de Kane (2014) font références de 13 espèces comestibles dont une le *Termitomyces schimperi* effectivement consommée par les populations du Bassin arachidier, ceux de Diallo (2011) mentionnent deux *Termitomyces* identifiées au niveau genre, consommées aussi dans le Bassin arachidier. Ce qui fait

un total de 3 espèces appartenant au genre *Termitomyces* consommées par la population locale. Plusieurs espèces de macromycètes ne sont pas consommées ou sont tout simplement non comestibles.

Un champignon est dit non comestible, s'il est trop dur (certains polypores) ou trop visqueux, s'il a un caractère toxique ou mortel. Les espèces proches sont aussi rejetées (Ducouso *et al.*, 2003). Néanmoins le *Ganoderma lucidum* qui est un polypore est consommé sous forme de poudre ajouté au café. Il existe aussi des contradictions dans des guides sur les champignons. Par exemple en Finlande orientale, d'après la FAO (2003), la fausse morille, *Gyromitra esculenta*, est considérée comme étant une spécialité culinaire une fois qu'elle est soigneusement précuite alors que les guides aux États-Unis déclarent abusivement, que ce champignon est toxique et par conséquent sa consommation est interdite (Kane, 2014). Suivant la fructification des macromycètes, ils peuvent aussi être non comestibles quand la taille est petite ou bien si sa récolte est difficile (Ducouso *et al.*, 2003). Néanmoins il existe des champignons comestibles.

Un champignon peut être comestible suivant son gout, son caractère charnu avec une consistance plus ou moins visqueuse.(Ducouso *et al.*, 2003).

La comestibilité des champignons supérieurs dépend de leurs caractéristiques, des coutumes locales et varient dès lors d'une zone à une autre. Au nord de la Côte d'Ivoire, une russule amère est plus appréciée qu'une espèce similaire plus douce. De même, en Indonésie, les sclérodermes récoltés dans les plantations d'*Eucalyptus* sont commercialisés, alors qu'en Afrique les espèces de ce genre ne sont pas connues pour être consommées (Ndong *et al.*, 2011).

Au cours de millions d'années d'évolution, les champignons ont développé des capacités de synthèse de divers composés biologiquement actifs ayant des effets médicaux différents, notamment antimicrobien, immuno-modulateur, antioxydant, anti-tumoraux et hypocholestérolémiant, entre autres (Knežević *et al.*, 2017).

## **5. Importance dans le domaine économique**

Parmi les produits forestiers non ligneux, les champignons sauvages comestibles font partis de ceux qui ont le plus de valeur avec un grand potentiel pour l'expansion commerciale (Boa, 2006). En 2001, l'étude de la production mondiale, présume sur la base des chiffres de 1997, la valeur mondiale des champignons cultivés au environ de 23 milliards \$US (FAO, 2006). Mahendra (2005) avait estimé cette valeur à 18 milliards de \$US environ. D'après la FAO (2006), cette valeur dépasse celle de plusieurs autres matières premières. De plus, le commerce des champignons sauvages comestibles et l'industrie des champignons cultivés ont augmenté. La gamme des espèces commerciales en vente a aussi régulièrement progressé. Il y a, cependant, toujours eu un intérêt aigu pour un petit groupe de

champignons sauvages comestibles de valeur, comme par exemple les truffes (*Tuber spp.*), *matsutake* (*Tricholoma spp.*), les morilles (*Morchella esculentus*) qui sont maintenant cultivés.

## 6. Classification des champignons supérieurs

La diversité fongique, tous groupes confondus, est considérable pour être appréhendée dans sa totalité. Les champignons peuvent être classés selon une approche morpho-anatomique ou une approche moléculaire phylogénétique.

### 6.1. Classification morpho-anatomique

Les *Fungi* sont considérés comme un groupe indépendant des autres êtres vivants suivant le système à cinq règnes proposé par Whittaker (1969) :

- *Monera* ;
- *Protoctista* ;
- *Fungi* ;
- *Plantae* ;
- *Animalia*.

Cette classification inclut les lichens comme division autonome. Les groupes du règne des *Mycota* sont distingués par le type de spores et leur mode de formation. Les « champignons » à spores mobiles (Mastigobionta et Mycobionta) sont classés parmi les Protoctista (Protistes) (Dobremez, 2002).

### 6.2. Classification phylogénétique

Règne Fungi

Division Ascomycota Caval.-Sm., 1998

Division Basidiomycota

Division Chytridiomycota Arx, 1967

Division Deuteromycota R. T. Moore, 1971

Division Microsporidia

Division Zygomycota Moreau, 1954

Classification proposée par Gargominy *et al.* (2018)

Cette classification phylogénétique illustre de manière simplifiée les branches principales de l'arbre phylogénétique des *Fungi*. Depuis l'utilisation des caractères moléculaires dans les études phylogénétiques, les Myxomycètes (Myxogastria) et les Oomycètes sont exclus du règne des *Fungi*

(Dobremez, 2002). Ils sont respectivement classés au sein des *Amoebozoa* et *Stramenopiles* (Spichiger *et al.*, 2016). Selon Lecointre & Le Guyader (2001) et Gargominy *et al.* (2018), les zygomycètes constituent une division entière, le NBN Atlas Partnership avec leur arbre taxonomique proposé en 2017, les classe en sous division indépendante.

## 7. Etat de connaissances des champignons supérieurs

### 7.1. Les Macromycètes en Afrique de l'Ouest et principalement au Sénégal

Le tableau suivant résume quelques différentes prospections effectuées en Afrique de l'Ouest selon la bibliographie consultée. Il regroupe les auteurs correspondants, le nombre d'identifications et les nouvelles espèces obtenues selon la fonge locale après chaque étude. Ces analyses montrent que la ressource humaine est faible et par conséquent il s'en suit un nombre faible d'identification.

Tableau 2 : Les prospections effectuées en Afrique de l'Ouest, principalement au Sénégal

Bibliographie	Pays de prospection (nombre de taxons)	Identification	Nouvelles espèces
(Ducousso <i>et al.</i> , 2003)	Partie méridionale Burkina Faso (27)		
(Sanon <i>et al.</i> , 1997)	Côte d'Ivoire (70)		
(Thoen, Ducousso, 1989)	Guinée Conakry (38) au Fouta-Djalon et		
(Rivière <i>et al.</i> , 2001)	Guinée Conakry (110) dans la forêt dense humide du sud du pays	322 champignons collectés dont 1/3 identifiés spécifiquement	12
(Thoen, Bâ, 1989)	Sénégal (18 associées à <i>Uapaca guineensis</i> et 31 avec <i>Afzelia africana</i> et 6 espèces communes aux deux espèces végétales		
(Diallo, 2011)	)	14 taxa identifiés	aucune
(Ngom, 2012)		3 identifiés jusqu'au niveau spécifique	aucune
(Sidybé, 2014)	Sénégal	4 identifiés jusqu'au niveau spécifique, 11 niveau genre	aucune
(Kane, 2014)		53	4

### 7.2. Utilisation des champignons supérieurs

Le tableau à la page suivante résume l'utilisation et l'écologie de différents champignons récoltés au Sénégal avec la mention de leurs lieux de récolte et la références correspondante. L'analyse de ce tableau montre que les champignons offrent plusieurs services. Ils sont comestibles, médicinaux (antibiotiques), vermifuges et par conséquent sont commercialisés (à Bujumbura par exemple). Mais certaines espèces présentent des controverses selon leur comestibilité. En effet, elles sont non comestibles pour certains peuples et comestible pour d'autres. Pareil, pour certaines espèces toxiques

comme le *Chlorophyllum molybdites*, elle est consommée sans incidence avec cuisson complète en Guyana, Argentine et Costa Rica. Donc le type d'utilisation est souvent spécifique à la localité. Par ailleurs, suivant les lieux de récoltes, la plupart des espèces de champignons ont été récoltées à Dakar et non dans les zones (sud du Sénégal) les plus écologiquement favorables à leur développement. Par conséquent, la diversité mycologique manque à être appréciée. Ce tableau permet aussi de dire qu'il existe un déficit de ressources humaines.

Tableau 3: Liste de quelques champignons récoltés au Sénégal avec des indications sur leurs utilisations locales, leur écologie, leur lieu de récolte et la référence correspondante

<b>Espèces</b>	<b>Utilisations locales</b>	<b>Ecologies</b>	<b>lieux de récolte</b>	<b>Références</b>
<i>Agaricus bingensis</i>	Espèce présentant des controverses selon sa comestibilité : elle serait non comestible pour les Makua et les Maconde et comestible pour la tribu Acholi d'Ouganda	Champignons poussant sur des termitières de couleur grise, litière moyennement abondante, humidité moyenne	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Agaricus goossiensiae</i>	Décrite au Burkina Faso comme comestible	Champignon récolté en période de forte humidité dans une litière abondante	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Amylosporus campbelli</i>	Vermifuge en Chine et en Inde sous le nom de <i>Polyporus anthelminticus</i>	Champignons récoltés en période de forte humidité dans une litière abondante	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Cantharellus pseudofriessii</i> <i>Cantharellus rufopunctatus</i>	Consommée en Afrique centrale et australe et également trouvées en Afrique de l'Ouest			(Ducousso et al., 2003)
<i>Chlorophyllum molybdites</i>	Toxique mais semble être consommée sans incidence avec cuisson complète, dans certaines régions (Guyana, Argentine, Costa Rica)	Le champignon pousse à même le sol parmi des arbustes. La zone est humide.	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Lactarius gymnocarpoides</i> & <i>Lactarius gymnocarpus</i>	Consommée en Afrique centrale et australe			(Ducousso et al., 2003)
<i>Lentinus squarrosulus</i>	Consommée au Gabon		Djibélor (Ziguinchor)	(Kane, 2014)
<i>Macrocybe spectabilis</i>	Consommée à l'Ile Maurice et au Burundi et largement commercialisée à Bujumbura		UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Macrocybe tobayensis</i>	Consommé au Bénin et au Malawi	Litière abondante, zone très éclairée avec une humidité moyenne	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)

<b>Espèces</b>	<b>Utilisations locales</b>	<b>Ecologies</b>	<b>lieux de récolte</b>	<b>Références</b>
<i>Macrocybe tobayensis</i>	Consommé au Bénin et au Malawi	Litière abondante, zone très éclairée avec une humidité moyenne	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Phaeogyropus soudanicus</i>	Comestible	Sur un sol nu, entourée d'herbacées	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Phlebopus sudanicus</i>	Consommée en Afrique centrale et australe			(Ducousso et al., 2003)
<i>Podaxis pistillaris</i>	La comestibilité se discute, elle est consommée au Burkina Faso et est utilisée comme antibiotique mais sans confirmation dans la bibliographie	Sur un sol nu avec quelques herbacées autour, lumière abondante, sol pratiquement sec	Diamegueune, Parc forestier de Hann (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Polyporus tenuiculus</i> = <i>Favolus tenuiculus</i>	Espèce comestible	Récolté sur du bois mort pourri. Zone humide et boisée (lumière faible)	Djibélor (Ziguinchor: Casamance)	(Kane, 2014)
<i>Psathyrella tuberculata</i>	Jeunes spécimens consommée au Bénin	Sur un tronc d'arbre mort., la lumière faible et l'humidité moyenne	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Termitomyces aurantiacus</i>	Consommée au Bénin au Malawi, au Nigéria et au Congo	Sol nu, La litière est faible, zone ensoleillée	Nioro	(Kane, 2014)
<i>Termitomyces clypeatus</i>	Consommée en République Centrafricaine, au Malawi, en Namibie.	Récoltée sur une termitière, zone ensoleillée	Nioro	(Kane, 2014)
<i>Termitomyces schimperi</i>	Consommée au Sénégal	sur un sol crevacé, argilo-limoneux noir près d'un jeune baobab et sur une termitière	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)
<i>Tubosaeta brunneosetosa</i>	Consommée en Afrique centrale et australe			(Ducousso et al., 2003)
<i>Volvvariella earlei</i>	Très appréciée par sa comestibilité par la population locale du Bénin	Sol nu, humidité légère entouré d'arbuste, et une luminosité faible	UCAD (Dakar)	(Kane, 2014)