**6. Caractères généraux**

 Les mycètes (Mycota ou Fungi) appelés plus communément champignons constituent un règne à part entière. Le règne est le plus eau niveau de classification des êtres vivants. Ils sont au nombre de 6: Archées, Bactéries, Protistes, Mycètes, Plantes, Animaux. La mycologie est la science qui les étudie.

 Environ 90000 espèces de champignons ont été décrites à ce jour, mais on estime qu'en 2007 moins de 10% des espèces sont connues et identifiées. Moins d’une centaine sont impliquées en pathologie humaine.

Les champignons sont considérés comme l’une des composantes les plus importantes de l’écosystème terrestre, leurs présence est détectée au niveau de la rhizosphère où l’activité biologique est intense **[4]**. Les micromycètes représentent le maillon de chaîne où se produit les différents processus de biodégradation de la matière organique (végétale et animale) : au cours de ces cycles biochimiques le carbone et les autres éléments nutritifs sont recyclés, ils sont estimés en millions de tonnes par an de matières organiques biodégradables. Ces matières premières produites par les champignons sont vitales pour les autres créatures de la chaîne alimentaire **[20]**.

**6.1. Caractéristiques cytologique et biochimique des micromycètes \*\*\*\*\*\*\*\*\***

Les champignons sont des thallophytes, hétérotrophes, autrement dit ils sont formés par un thalle (Grec : Thalus) qui est un ensemble de filaments ou mycéliums (filaments dépourvus de chlorophylle)  donc incapable de produire leurs propres matières organiques par photosynthèse. Ils doivent procurer leurs matières organiques par des réactions catalytiques des déchets organiques ou par phénomène de parasitisme sur des hôtes (végétales ou animales).

 Chaque mycélium fongique est constitué par un ensemble d’hyphes (bourgeonnement filamenteux) et chaque partie de cet hyphe peut régénérer et constitué un individu indépendant portant le même génome de l’espèce. L’appareil végétatif du champignon se diffère de celui des plantes supérieures par le fait que ce dernier est formé par un thalle dépourvu de racines, de tige et de feuilles par contre les cellules fongiques ressemblent à celles des plantes par le fait qu’elles ont de vrais noyaux, des membranes nucléaires, des mitochondries et des ribosomes

Le protoplasme de la cellule fongique est entouré d’une membrane cytoplasmique semi- perméable recouverte à l’extérieur par une paroi perméable chitineuse. Le mycélium fongique se forme généralement à partir d’une seule spore qui, après germination, donne un hyphe principale qui se ramifie en hyphes secondaires se développant en explorant le milieu environnant et s’éloignent de leur centre de germination sous l’effet négatif de leurs exudats biosynthètiques : ce phénomène est appelé chimiotropisme négatif **[16]**, voir **Figure 08**

**a) début de germination.**

**b) apparition du cylindre**

**de germination.**

**c),d) ramificationdes hyphes. e) colonie de forme circulaire.**

**Figure 08 - Développement fongique par culture mono spore**

 Les champignons se reproduisent par sporulation au niveau des sporanges donnant des spores et conidies cependant, il y a des champignons à reproduction sexuée et des champignons à reproduction asexuée [9]. Les micromycètes se caractérisent par certains critères cytologiques et biochimiques, on peut citer :

a. Structure cellulaire

 La figure 8, montre que la cellule fongique des champignons ressemble du point de vue structure à celles des végétaux supérieurs néanmoins il existe certaines différences spécifiques qu’on peut citer comme suit: il est difficile d’observer par microscopie optique le noyau de la cellule fongique à cause de sa taille minuscule aussi, la membrane nucléaire présente un pore bien apparent ; cependant lors de la division cellulaire le noyau fongique ne disparaît pas comme celui des cellules végétales et animales, les chromosomes sont disposés de façon aléatoire.

 Les vacuoles sont très nombreuses dans le cytoplasme des cellules adultes, ainsi on remarque l’absence de l’appareil de Golgi [9]. Ce qui spécifie la cellule fongique, c’est la présence de certaines structures situées entre la membrane cytoplasmique et la paroi cellulaire dont le rôle n’est pas encore défini appelées les lomozomes [4].

b. Composition biochimique de la cellule fongique

 Le cytoplasme de la cellule fongique contient du flucogène qui ont la forme de grappe de raisin rose, très nombreuses dans les hyphes adultes ainsi que des lipides et surtout du mannitol présent chez les ascomycètes et les basidiomycètes .

 Il est démontre aussi la présence de certains alcools tel que le sorbitol ainsi que des acides organiques tels que l’acide gluconique, acide citrique, acide galactonique etc …

la membrane cellulaire est constituée par de petits filaments de cellulose ou de chitine avec un taux compris entre (2.6 à 26.2% au point sec), la paroi cellulaire est constituée par du glucone et du manane ainsi que des amines, lignine et protéines.

 Il est nécessaire dans cette partie de citer quelques substances toxiques pour l’homme présentes dans les fruits de certains champignons tels que  le triméthylamine produit par le genre ( Tillétia ) et la muscarine ( les genres : Amanite, phalloïdes ) qui peuvent provoquer la mort lors de leur ingestion par l’homme [4] .

c. Le tissu fongique

 La plupart des champignons forment pendant certaines étapes de leur croissance des tissus concomitants appelés : plectenchyme. Il existe deux (02) types de plectenchyme [15] qui sont :

c.1. le prosenchyme

 Ce sont des tissus peu entretenus ou les hyphes se placent parallèlement les uns aux autres à des niveaux différents et leurs cellules sont caractérisées par leur longueur relative.

c.2. le pseudo parenchyme

 Ce sont des tissus très entretenus entre eux et sont constitués par des cellules à parois équilatérales ; dans cette structure histologique, les hyphes forment des configurations très enchevêtrées ou la notion d’hyphe indépendant disparaît.

(figure 8)

**6.2.. Taxonomie des champignons**

La taxonomie des champignons n’est pas encore unifiée car les mycologues et biologistes ont du mal à relier toutes les relations naturelles avec les critères biologiques possibles et c’est pour cette raison qu’on remarque que la plus part des spécialistes en la matière ne se réfèrent pas à ce plan de classification

Il existe plusieurs classifications dans différents ouvrages, on peut citer les classifications de : **BESSY-1950 ; ALEXOPOULOS-1962 ; GAUMANN-1964 ; AINSWORTH-1966 ; BURNETT-1970 ; Webster-1970** .

Par exemple la classification d’AINSWORTH simplifie la classification des champignons de la sorte :

DIVISION- 1 : LES MYXOMYCETES

Les individus de cette division sont caractérisés par une masse protoplasmique plurinuclée appelée plasmodium ou pseudo plasmodium, leurs sporanges se forment sur le plasmodium et leurs conidiophores sont recouverts par une membrane appelée Peridium ; ce dernier est constitué par des protéines et de cellulose à caractère végétale. Cette division comporte (04) classes :

**Classe 1. LES ACRASIOMYCETES**

 Ils sont appelés aussi les myxomycètes cellulaires. On a l’exemple de (02) champignons dictyostélium et polysphondylium qui sont fréquent dans le sol et se nourrissent de microbes (actinomyales, bactéries et Amibes ).

**Classe 2. LES HYDROMYXOMYCETES**

 Le genre Labyrinthula est le représentant prototype de cette classe, les espèces de ces genres mènent une vie parasitaire sur les lichens. Ils sont caractérisés par une reproduction asexuée par le biais de spores mobiles grâce à des flagelles.

**Classe 3. LES MYXOMYCETES**

Ces champignons se développent sur le bois et sur les déchets végétaux verts et libèrent des spores qui sont pulvérisés dans la nature grâce au vent, ces derniers s’unissent avec les Myxamoeba en donnant un zygote qui à son tour peut donner un plasmodium plurinuclées ex emple de l’espèce  *Cératiomyxa fructiculosa.*

**Classe 4. LES PLASMODIOPHOROMYCETES**

Ce sont des champignons parasites qui attaquent les végétaux supérieurs en causant des maladies cryptogamiques telle que l’espèce *plasmodiophora brassicae*  qui attaque les racines. Cette classe comprend (08) genres qui se diffèrent par le type d’emplacement des spores dans la cellule de l’hôte.

**DIVISION- 2 - LES EUMYCETES** ) étymologiquement les champignons vrais (.

 Cette division comporte les champignons saprophytes et parasites, leurs cellules sont très évoluées portant toutes les organites cellulaires dépourvus de plasmodium. La phase adulte est caractérisée par un enchevêtrement d’hyphes ou mycélium ; leurs hyphes sont plurinuclées séparés ou non par des cloisons perméables. Cette division comporte deux subdivisions :

**Subdivision 1. LES CHAMPIGNONS SUPERIEURS**

 Ce sont des champignons à mycélium développé et plurinuclé, elle comporte (04 classes) :

**Classe 1. LES ASCOMYCETES**

Ces champignons sont caractérisés par des ascospores issues de la reproduction sexuée et qui sont en nombre de (08) contenus dans un asque, exemple de *Pyronema omphaloides* ainsi que l’ordre des levuriformes.

**Classe 2. LES BASIDIOMYCETES**

Ces champignons sont caractérisés par des basidiospores issues de la reproduction sexuée et qui sont en nombre de (04) contenus dans une baside, exemple de  *Puccinia graminis.*

**Classe 3. LES DEUTEROMYCETES**

Ces champignons sont caractérisés par une reproduction asexuée procurant des conidies comme ils peuvent donner des asques (reprodroduction Sexuée), or cette classe n’est pas encore établie, ex. : *Fusarium lini*.

**Classe 4. LES AGONOMYCETES (Hyphes stériles)**

Cette classe suit généralement les deutéromycetes, se sont des champignons à mycélium simple ne comportant aucun spore (sexué ou asexué) à l’exemple l’espèce  *Rhizoctonia solani*

**Subdivision 2. LES CHAMPIGNONS INFERIEURS**

Ces champignons sont dépourvus de mycélium, ou un fin mycélium plurinuclé, ils comportent deux classes soit:

**Classe 1. LES ARCHIMYCETES**

Ils sont dépourvus de mycélium mais s’il venait d’exister, il sera très primitif  tel que *Synchytrium endobioticum*

**Classe 2. LES PHYCOMYCETES**

Ils comportent un mycélium non cloisonné et plurinuclé.

**6.3. Les facteurs écologiques qui influent sur les champignons du sol**

La répartition des champignons et leurs activités physiologiques dépendent strictement de leurs situations dans le sol car ce site occupé est sujet à de diverses perturbations d’ordre bio-physico-chimiques agissant directement sur les populations de micro-organismes telluriques y compris les champignons **[18]** .\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

La variation de ces conditions écologiques en fonction du temps pour un milieu donné, stimule forcément l’aptitude de suivre ainsi la stabilité de chaque espèce de micro-organismes telluriques ce qui démontre que ces derniers contrôlent de façon continue la répartition dans le temps et dans l’espace des divers groupes de la microflore tellurique. Pami ces facteurs, l’on peut citer les plus discriminant soit:

**a. La température**

La majorité des espèces fongiques sont mésophiles (elles supportent une température optimale comprise entre 25°C et 40°C), il est rare qu’elles se développent à des températures assez élevées ; ces espèces appelées thermophiles se trouvent surtout dans les amendements organiques et prolifèrent entre 50 et 55°C mais ne peuvent croître à 65°C telles que les genres  Mucor et Humicola  **[8]**.

Les champignons qui se développent à 37° C se localisent à la surface du sol surtout pendant l’été où la température est favorable ; dans les régions équatoriales où le rayonnement solaire est intense, le développement des champignons thérmophiles. L’espèce *Penicillium brevi-compactium* meurt à la température 33°C par contre l’espèce *Byssochlamys fulira* agent de contamination des conserves alimentaires peut supporter une température 90°C pendant un temps restreint (temps de stérilisation) comme il y a des spores de certaines espèces fongiques qui peuvent germer à des températures très basses telles que les espèces du genre Chladosporium qui peuvent germer sur de longues gelées.

**b. L’aération**

Les champignons du sol sont considérés par la plupart des mycologues comme aérobies malgré la présence de certaines espèces qui peuvent se développer lentement en anaérobie dans des sols argileux **[10]**. On a constaté que même les espèces aérobies de champignons laissent pénétrer leurs hyphes mycéliens dans des zones privées d’oxygène par contre la majorité de la masse mycélienne reste dans la zone aérée ; cette avidité des champignons à l’oxygène explique formellement leurs abondances dans les couches superficielles du sol et leur absence dans les couches plus profondes des sols organiques d’origine végétale (forets tropicaux), des sols des étangs ainsi que des sols minéraux **[15]** .

**c. Le potentiel d’hydrogène (pH)**

La majorité des champignons du sol de type saprophytes tolèrent un large spectre de concentration en proton H+ (entre la forte acidité et l’alcalinité élevée) alors que d’autres préfèrent des concentrations bien déterminées et la variation de ces concentrations induit des perturbations au niveau de la croissance des micromycètes telluriques. Des études récentes ont affirmé que le pH influe directement sur l’activité enzymatique des champignons ainsi que le processus biosynthètique de ces derniers **[20]**.

La germination des spores fongiques est intense en milieu acide ce qui l’encourage à germer et croître dés les premiers stades de la formation d’une colonie fongique ; par la suite, la sensibilité de la colonie diminue à cause de l’accumulation des exudats biosynthètiques dans le milieu de développement **[12]**

Certaines espèces de micromycètes secrètent dans le milieu de faibles quantités d’acides organiques dés les premiers stades de leur croissance sur milieux de culture et par la suite les consomment comme source de carbone **[20]**.

Les champignons dominent dans les milieux acides ( sols forestiers ou podzoliques) par rapport aux autres micro-organismes telluriques et jouent un rôle primordial dans les transformations biochimiques : l’acidité n’est pas en soi l’idéal pour la croissance des champignons mais plutôt un milieu défavorable les bactéries et les actinomycètes évitant ainsi une compétition vis à vis des substances nutritives **[20]**.

**c.1. Les différentes catégories de champignons vis à vis du pH**

L’action de la concentration de proton H+ sur les champignons dépend essentiellement du niveau de tolérance de ces derniers à ce facteur physico-chimique, pour cette raison on observe quatre (04) catégories de champignons :

**a/ les champignons indifférents**

Ces champignons se développent dans un large spectre de pH compris entre 2 et 9, le chaulage qui est une pratique agricole n’a pas d’effet sur eux car ils tolèrent bien les fortes acidités ainsi que les alcalinités les plus élevés.

D’après le tableau 01 qui précise l’influence du pH sur la croissance des micromycètes telluriques l’on remarque que *Pénicilium aculéatum* tolère bien un pH compris entre 2 et 6, *Trichoderma viridae* un pH compris entre 2 et 8 et *Aspergilus Fisheri* qui tolère un pH entre 3 et 8.

**Tableau 01 - Influence de la variation du pH sur la croissance des champignons du sol exprimé en gramme par 100 ml de milieu (MEYER,1963 in SWATEK F.R.,1970). [14]**

**

**b/ Les champignons neutrophiles**

Ce sont des champignons comme l’espèce phytopathogène « *Chaetonium trilaterale* » préférant un milieu neutre ou légèrement basique pour leur développement tels que les sols de pâture qui sont caractérisés par un potentiel d’hydrogène neutre qui tend vers l’alcalinité **[20]**.

**c/ Les champignons acidiphiles**

D’après **AINSWORTH 1967**, ces champignons ont une grande affinité envers les milieux acides pour leurs croissances ce qui explique leur abondance dans les sols podzoliques à caractère acide où la dominance revient aux champignons par rapport aux bactéries et aux actinomycètes : *Chloridium condigérum* est une espèce caractéristique qui se développe dans un sol à pH compris entre 2 et 4.

**d/ Les champignons basiphiles**

Ces champignons sont en compétition permanente avec la microflore tellurique qui préfère les sols alcalins; ces micromycètes se développent à un pH supérieur ou égal à 8  tel est le cas de certaines espèces phytopathogènes dont les maladies ne se propagent pas en milieux podzoliques **[13]**.

**6.4. L’humidité**

La majorité des champignons vivant sur la matière organique dans le sol se développent très bien tant que le taux d’humidité relative est élevé ; l’élévation de l’humidité de l’air se traduit par une croissance progressive des hyphes mycéliens sur la matière organique sèche sans que les hyphes transpercent cette dernière mais seulement pour quelque centimètre de profondeur (tableau 02 ).

Il est remarqué aussi que certaines espèces telle que *A.glaucus* peut se développer à un taux d’humidité relative faible alors que d’autres préfèrent la sécheresse : se sont les champignons xérophiles des sols des régions arides et semi-arides qui tolèrent un taux compris entre 65% et 75% **[20]**.

**Tableau 02 : Variation du nombre d’hyphes mycéliens dans les sols de pâtures en fonction de la moyenne du pourcentage d’humidité (Egglton, 1934 in Alexander ,1982). [18]**

|  |  |
| --- | --- |
| Nombre des champignons en 1000/g de sol | Pourcentage |
| Nombrede spores | Unitéd’hyphes | Nombretotal | Spore (%) | Humidité(%) |
| **39** | **60** | **99** | **39** | **8.9** |
| **32** | **57** | **89** | **36** | **11.2** |
| **29** | **113** | **142** | **20** | **18.5** |
| **16** | **133** | **149** | **10** | **24.2** |
| **20** | **153** | **173** | **12** | **27.1** |

**6.5. L’éclairement**

Il est démontré que la lumière ou le taux de luminosité n’influent pas directement sur la croissance des hyphes mycéliens cependant néanmoins, l’espèce *Rhizopus stolonifer* se développe de façon normale en milieu éclairé mieux qu’en obscurité. Aussi l’espèce *Phycomyces blakes-leanus* qui présente un phototropisme positif car ces individus forment des sporanges relativement courts lors de l’éclairage des colonies, la mise de ces colonies dans un récipient obscur ne laissant passer la lumière qu’à partir du couvercle supérieur se traduit par des columelles s’allongeant vers le haut atteignant 20 à 30 cm de hauteur : la lumière joue un rôle important dans la production des spores **[11]**.

**6.7. Le phénomène d’antagonisme entre champignons**

Les champignons en tant que microorganismes telluriques forment un groupe important de l’edaphon parmi d’autres espèces telle que les bactéries et les actinomycètes, ces micromycètes sont influencées par diverses espèces de la microflore avoisinante dans le milieu **[12]**.

Certaines espèces de champignons dominent sur les autres espèces fongiques si les substances nutritives se font rare dans l’edaphon par conséquent certaines espèces se développent de manière interspécifique avec d’autres provoquant ainsi des proliférations mycéliennes anormales telles que des structures sporales inconnues ou même des structures d’hyphes stériles **[20]**.

**6.8. Les besoins nutritifs nécessaires aux micromycètes telluriques**

Les champignons sont très sensibles aux différents facteurs écologiques (édaphiques, climatiques) tout comme les autres êtres vivants ; ces derniers ces peuvent influencer sur le taux de croissance des fructifications fongiques comme ils peuvent perturber la stabilité biochimique de leurs hyphes mycéliens en croissance **[20]**. Ces facteurs écologiques modifient la physiologie du phénomène de croissance des individus de la même espèce.

**a. La matière organique**

Le recyclage de la matière organique dans le sol est étroitement lié aux facteurs édaphiques, les éléments de l’edaphon les plus efficaces dans ce processus sont les bactéries aérobies et les micromycètes ; ces derniers sont les premiers qui se mettent à l’ouvrage par leurs ramifications mycéliennes  **[11].**

La première nécessité pour les microorganismes y compris les micromycètes du sol est d’exiger certaines substances vitales pour leurs métabolismes, la chute des feuilles et les débris végétaux forment une litière plus ou moins épaisse qui représente dans un écosystème forestier la principale source de carbone qui alimente la microflore tellurique. Les vers de terre et les arthropodes se chargent du processus de fragmentation de cette matière organique naturelle morte tout en pulvérisant la microflore dans le sol  **[11].**

**a.1. Les facteurs influençant la vitesse de décomposition des substrats organiques**

La composition chimique du substrat ainsi que les propriétés physico-chimiques du sol influencent la vitesse de décomposition de ce même substrat organique d’où son action positive ou négative sur l’activité biologique de la microflore tellurique. De ce fait, c’est la nature physico-chimique du sol qui détermine le nombre et les espèces typiques de microorganismes capables de bio dégrader le substrat organique **[11]**. Les deux principaux facteurs physico-chimiques spécifiques qui modifient la vitesse et le degré de la composition des substrats organiques sont:

**Le rapport C/N**

# L’activité biologique  dans le sol est étroitement liée au rapport C/N : un C/N bas favorise la minéralisation de l’azote par contre si ce rapport est élevé, la microflore tellurique est immobilisée ou stabilisée. Par ailleurs, le rapport C/N nous renseigne sur la minéralisation nette qui est en faite un rapport du carbone facilement minéralisable par l’azote total facilement minéralisable présenté par le quotient (Cm / Nm) **[11]**.

# **Teneur en lignine**

# La teneur en lignine de certains substrats organiques est considérée comme un paramètre plus précis que le rapport C/N pour l’évolution de la vitesse de décomposition des substrats : plus le substrat est riche en lignine plus la décomposition de ce dernier est lente et vis versa.

**a.2. Source de carbone**

Les micromycètes ont besoin pour leur croissance de macro-éléments organiques tels que le carbone, l’azote, le phosphore et le calcium ; la répartition des micromycètes dépend de la disponibilité de matières organiques oxydables. La densité des champignons varie selon la modification du contenu du sol en matières organiques (par exemple l’espèce *Penicillium vermiculatum*) : plus on ajoute des déchets végétaux ou de l’humus animal plus l’activité fongique augmente, les genres Fusarium, Mucor, Trichodèrma, Pénicillium et Aspergillus se repartissent progressivement s’il y a apport organique **[11]**.