

HAPAGARDENOV.pdf

D E D I C A C E.pdf

resume boulhis.pdf

Doc1 sommaire ald.pdf

liste des abr.pdf

liste des figures.pdf

liste des tabl.pdf

Doc2.pdf

introduction .pdf

habchap I NOV.pdf

Doc1.pdf

habchap II NOValdjia.pdf

habchap III NOV.pdf

Chapitre IV.pdf

CONCLUSION GENERALE BOLH (1).pdf

HABREF NOV.pdf

annex 01 de materiel.pdf

annex mina.pdf

Université Mohamed Khider – Biskra

Faculté de Sciences de la nature et de la vie

Département :Agronomie

Ref :.....



جامعة محمد خيضر بسكرة  
كلية العلوم العلوم الطبيعية و الحياة  
قسم:.....  
المرجع:.....

Thèse présentée en vue de l'obtention  
Du diplôme de Master 02

**Spécialité (Option) : Protection des végétaux**

## **Thème**

**Les micromycètes du sol dans la région de Batna  
Cas d'Ichemoul**

Présentée par :

**Boulhais Amina**

Encadré par :

**BACHAR MOHAMED FAROUK**

Soutenue publiquement le .....

Université Mohamed Khider – Biskra

Faculté de Sciences de la nature et de la vie

Département : Agronomie

Ref : .....



جامعة محمد خيضر بسكرة  
كلية العلوم الطبيعية و الحياة  
قسم:.....  
المرجع:.....

Thèse présentée en vue de l'obtention  
Du diplôme de Master 02

**Spécialité (Option) : Protection des végétaux**

**Thème**  
**Les micromycètes du sol dans la région de Batna**  
**Cas d'Ichemoul**

Présentée par :  
**Boulhais Amina**

Encadré par :  
**BACHAR M.FAROUK**

Soutenue publiquement le .....

**Devant le jury composé de :**

# **DEDICACE**

**Ce travail est dédié pour celui qui a créé tout l'univers  
A mes chers parents qui grâce à leurs sacrifices permanents et leurs  
souffrances, j'ai atteint ce niveau scientifique**

**À tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin essentiellement :**

**\*Tous les enseignants collègues et amies de l'université Mohamed Khider  
de Biskra.**

**\* Ma famille et Mes Amis.**

**Ce travail est aussi dédié aux hommes et femmes qui travaillent inlassablement  
et sans relâche dans le cadre du développement du secteur de l'agronomie et de  
la protection des végétaux dans notre cher pays.**

## **REMERCIEMENTS**

**Avant toute chose, je tiens à remercier «Allah» qui m'a donné la force et la  
.volonté pour terminer ce modeste travail**

**Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur BACHAR MOHAMED FAROUK  
Maître de Conférences à l'Université Mohamed KHider -Biskra, qui a bien  
voulu accepter de me prendre en charge pour réaliser ce modeste travail dont le  
mérite lui revient grâce à son aide à la fois matérielle et morale, ses conseils  
précieux et sa gratitude**

**Par la même occasion, je tiens remercier également.**

**Aux membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail**

**Tous ce qui contribuer de près ou de loin à ce travail**

**Enfin je remercie ma famille surtout mes parents et je remercie aussi tous mes  
.amis**

## Résumé

Les analyses microbiologiques et physico-chimiques des sols des deux stations d'Ichemoul (Aurès), nous en révélés les espèces fongiques suivantes : *Penicillium sp*, qui est un micromycète phytopathogène des pommiers ; L'espèce endémique de levure bénéfique pour la fertilisation de sols : *Trichosporon sp*, ainsi que l'espèce : *Rhizopus sp* qui pourrait causer des maladies cryptogamiques chez les pommiers dans cette région montagneuse.

**Mots clé :** *Penicillium sp*, *Trichosporon sp*, *Rhizopus sp*, micromycetes, Ichemoul.

## Abstract

Microbiological and physico-chemical analyses of the soils of the two stations of Ichemoul (Aurès), revealed the following fungal species: *Penicillium sp*, which is a phytopathogenic micromyceta of apple trees; The endemic species of yeast beneficial for soil fertilization: *Trichosporon sp*, as well as the species: *Rhizopus sp* which could cause cryptogamic diseases in apple trees in this mountainous region.

Keywords : *Penicillium sp*, *Trichosporon sp*, *Rhizopus sp*, micromycetes, Ichemoul.

## En arabe

عن الأنواع الفطرية (Aurès) كشفت التحليلات الميكروبيولوجية والفيزيائية الكيميائية للتربة في محطتي إشمول ، وهي ميكروب فطري نباتي لأشجار التفاح. أنواع الخميرة المستوطنة المفيدة لتخصيب *Penicillium sp*: التالية التي قد تسبب أمراضاً فطرية في أشجار التفاح في هذه *Rhizopus sp*: وكذلك الأنواع *Trichosporon sp*: التربة المنطقية الجبلية.

الكلمات المفتاحية: *Penicillium sp* ، *Trichosporon sp* ، *Rhizopus sp* ، micromycetes ، Ichemou

## SOMMAIRE

Dédicace

Remercîment

résumé

Liste de l'abréviation

Liste des figures

Liste des tableaux

### PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction générale.....	01
Chapitre I. Bio-écologie des micromycètes telluriques.....	03
1.1. Généralités.....	03
1.2. Caractéristiques cytologiques et biochimiques de la mycoflore mycélienne.....	03
1.2.1. Caractéristiques cytologiques.....	03
1.2.2. Thalle végétatif .....	03
1.2.2.1. Les parois .....	05
1.2.2.2. Le cytoplasme et les noyaux.....	05
1.3. Taxonomie des champignons.....	05
1.3.1. Les <i>Mastigomycotina</i> .....	06
1.3.2. Les <i>Zygomycotina</i> .....	06
1.3.3. Les <i>Ascomycotina</i> .....	07
1.3.4. Les <i>Basidiomycotina</i> .....	08
1.3.5. Les <i>Deuteromycotina</i> (champignons imparfaits ou <i>Fungi imperfecti</i> ).....	09
1.4. La reproduction des micromycètes.....	10
1.4.1. La reproduction asexuée.....	11
1.4.2. la reproduction sexuée.....	11
1.5. Conditions de croissance des champignons.....	12
1.5.1. Facteurs influençant la croissance des champignons du sol.....	12
1.5.1.1. Facteurs écologiques.....	12
1.5.1.2. Besoins nutritifs.....	13
1.6. Importance des micromycètes en industrie moderne.....	14
1.7. Les micromycètes et la protection de l'environnement.....	15
1.8. Les champignons filamenteux dans le sol.....	16
1.9. Modes de vie .....	16
1.9.1. Saprophytisme .....	16
1.9.2. Parasitisme.....	17

<b>1.9.3. Parasites obligatoires.....</b>	<b>17</b>
<b>1.9.4. Parasites facultatifs.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.5. Néctrotrophes.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.6. Symbiose.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.7. Lichens.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.8. Les mycorhizes.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9.9. Champignons des eaux douces .....</b>	<b>19</b>
<b>1.10. Caractéristiques biologiques de la mycoflore lévurienne.....</b>	<b>19</b>
<b>PARTIE PRATIQUE</b>	
<b>Chapitre II : matériels et méthodes.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.1. Le relief.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2. Le climat.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. Echantillonnage.....</b>	<b>22</b>
2.2.1. Périodes d'échantillonnage .....	22
<b>2.2.2. Méthode d'échantillonnage.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.3. Transport des échantillons.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Techniques d'analyses physico-chimiques des échantillons .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.1. Granulométrie .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.2. Potentiel hydrogène.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.3. Conductivité électrique.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.4. Humidité relative.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.5. Température du sol.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4. Techniques d'analyses micro biologiques .....</b>	<b>26</b>
2.4.1. Préparation des échantillons du sol .....	26
<b>2.4.2. Préparation du milieu de culture.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4.3. Méthode des suspensions dilutions .....</b>	<b>27</b>
2.4.4. L'ensemencement .....	28
2.4.5. L'étuvage.....	28
<b>2.4.6. La lecture des colonies à l'œil nu. ....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.7. La technique des micros cultures (repiquage).....</b>	<b>29</b>
Chapitre III. Identification Des Micromycètes	31



---

	31
3. Identification macro morphologique et micro morphologique des genres observés ....	31
<b>3.1. Clé de détermination utilisée pour identifier les genres.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. La microphotographie .....</b>	<b>41</b>
<b>Chapitre IV : évolution des micromycètes en fonction des paramètres physicochimiques du sol</b>	<b>43</b>
<b>4. Prélèvement des échantillons de sol .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. Pourcentage des espèces fongique observées.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1. Station 01.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.2. Station 02 .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2. La variabilité quantitative et qualitative des micromycètes.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2.1. Station 01.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2.2. Station 02.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3. Corrélations des paramètres physico chimiques par rapport au développement des micromycètes (ACP). .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.1. Etude descriptive des données pour les deux stations .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3.2. Interprétation des données de l'ACP pour les deux stations (S1et S2).....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>49</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>53</b>

---

## LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Désignation
Les échantillons de sol	
E1S1-E2S1-E3S1-E4S1-E5S1	Numéros des échantillons de sol de la station 1
E1S2-E2S2-E3S2-E4S2-E5S2	Numéros des échantillons de sol de la station 2
Paramètres physico-chimiques du sol	
C.E	Conductivité électrique
PH	Potentiel d'hydrogène
H	Humidité relative du sol
T°	Température du sol
Paramètres microbiologiques	
Milieu PDA	Pomme de terre dextrose agar
p/g.s.s	Propagule fongique par gramme de sol sec
NTG	Nombre total de germes fongiques
Paramètres bio statistiques	
ACP	Analyses en composantes principales
1/2plan	Graphique
Les espèces de micromycètes	
<i>Sp</i>	Une espèce du genre...
<i>P.sp</i>	<i>Penicillium.sp</i>
<i>Tr.sp</i>	<i>Trichosporon.sp</i>
<i>Rh.sp</i>	<i>Rhizopus.sp</i>

## Liste des figures

<b>Figure 1 : Croissance végétative d'un thalle formant une colonie mycélienne à partir d'une spore asexuée</b>	<b>04</b>
<b>Figure 2: Classification des champignons.</b>	<b>06</b>
<b>Figure 3: Exemple d'une moisissure de la classe de Zygomycètes</b>	<b>07</b>
<b>Figure 4: Exemple des Basidiomycètes (<i>Armillaria</i> )</b>	<b>09</b>
<b>Figure 5: Exemple des Deutéromycètes (<i>Penicillium</i>)</b>	<b>10</b>
<b>Figure 6: Représentation schématique de la reproduction asexuée et quelques types de spores</b>	<b>11</b>
<b>Figure 7 : la carte de la wilaya de Batna</b>	<b>21</b>
<b>Figure 8 : Répartition des échantillonnages sur 100m<sup>2</sup> en spirale divergente</b>	<b>23</b>
<b>Figure 9: prélèvement des échantillons du sol</b>	<b>23</b>
<b>Figure 10 : mesure 10g de sol</b>	<b>24</b>
<b>Figure 11 : l'agitation d'une solution à agitateur</b>	<b>24</b>
<b>Figure 12 : mesure le pH à pH mètre</b>	<b>24</b>
<b>Figure 13 : mesure la CE à conductivité-mètre</b>	<b>25</b>
<b>Figure 14 : filtration la solution avec papier filtre</b>	<b>25</b>
<b>Figure 15 : mesure la température avec thermomètre du sol</b>	<b>25</b>
<b>Figure 16 : dilution de solution mère</b>	<b>27</b>
<b>Figure 17 : solution mère</b>	<b>27</b>
<b>Figure 18: ensemencement</b>	<b>28</b>
<b>Figure 19 : l'étuvage les boites dans l'étuve</b>	<b>28</b>
<b>Figure 20 : lecture des colonies</b>	<b>29</b>
<b>Figure 21 : prélèvement des fragments de colonies</b>	<b>30</b>
<b>Figure 22: Démarche générale d'identification d'une moisissure.</b>	<b>32</b>
<b>Figure 23 : Clé d'identification des Mucorales.</b>	<b>33</b>
<b>Figure 24 : Clé d'identification des Mucédinés.</b>	<b>34</b>

---

<b>Figure (suite) 25:Clé d'identification des Mucédinés.</b>	<b>35</b>
<b>Figure (suite) 26:Clé d'identification des mucédinés.</b>	<b>36</b>
<b>Figure (fin) 27:Clé d'identification des mucédinés.</b>	<b>37</b>
<b>Figure 28:Clé d'identification des dématiées.</b>	<b>38</b>
<b>Figure (suite) 29:Clé d'identification des dématiées.</b>	<b>39</b>
<b>Figure 30: Clé d'identification des Coelomycètes</b>	<b>40</b>
<b>Figure 31 : Pourcentage des espèces dans la station 01</b>	<b>43</b>
<b>Figure 32 : pourcentage des espèces dans la station 02</b>	<b>43</b>
<b>Figure 33 : Variabilité quantitative et qualitative des micromycètes à la station 01</b>	<b>44</b>
<b>Figure 34 : Variabilité quantitative et qualitative à la station 02</b>	<b>45</b>
<b>Figure 35: Demi-plan des variables/individus des deux stations</b>	<b>46</b>

---

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 : Composition chimique du milieu de culture PDA. (Potato-Dextrose-Agar)</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 2-Identification des genres et espèces de micromycètes par microscopie binoculaire et optique.</b>	<b>41</b>

PARTIE  
BIBLIOGRAPHIQUE

## Introduction générale

Le sol est l'habitat naturel pour des myriades de microorganismes et d'autres formes vivantes, formant des populations de différents genres. Le nombre et l'activité de ces populations changent d'une région à une autre, influencé par le contenu de matières organiques du sol, la texture du sol, le pH, l'humidité, la température, l'aération et d'autres facteurs (**Ruark and Zarnoch, 1992 ; Madigan et al., 1997 ; Subler and Kirsch, 1998 ; Peuk, 2000 ; Smith et al., 2000 in Labiod.f,2015**). Quant à l'évaluation de la biomasse microbienne, cette dernière a montré que dans la plupart des sols, les mycètes sont le composant principale (**Bååth and Söderström, 1980 ; Schnürer et al., 1985 in Labiod.f,2015**).

Actuellement, les recherches scientifiques ont démontré radicalement que le milieu tellurique est doté d'une activité biologique des plus complexes d'où l'apparition de la microbiologie du sol et le monde de l'écosystème du sol (**Plotkin, 2000**). La biocénose du sol forme un amalgame d'activités physiologiques donnant ainsi à ce dernier, une richesse énergétique gigantesque résultant des multitudes de biodégradations de la matière organique (animale et végétale) grâce aux microorganismes du biotope souterrain (**Martin and Aldrich, 1954**).

Des études faites sur un bon sol de prairie, il est fait mention de 4 % de matière organique et que les êtres vivants constituent 20 % du poids total de cette dernière (**Zaffert, 1965 in Dommergues et Mangenot, 1970**). A une profondeur de 20 cm, les champignons et les algues constituent 01 kg de matière vivante au m<sup>2</sup>, les bactéries 01 kg, les actinomycètes 300g, les vers de terre sont à 200g y compris les métazoaires de 50 à 100 g et les protozoaires de 10 à 20 g soit un total de 2,62 kg/m<sup>2</sup> de matière vivante: c'est grâce aux multiples corrélations entre les biocénoses telluriques qu'apparaît la notion de fertilité du sol qui a une grande importance en agriculture (**Dommergues et Mangenot, 1970**).

La microflore tellurique comporte entre autre les micromycètes (champignons microscopiques) qui présentent un très grand nombre de genres et d'espèces capables de dégrader la matière organique du sol en éléments minéraux simples assimilables par les plantes ; ils forment quelques cent mille espèces caractérisées par des spécificités structurales et biologiques très diversifiées (**Stover et Thornton, 1953**). Le développement de cette biomasse fongique microscopique est fonction de la disponibilité de divers facteurs physico-chimiques et biologiques stimulant l'évolution en nombre, en genre et en espèces de la population fongique.

Les effets destructifs des nombreux facteurs écologiques et humains (érosion et pollution) sur la fertilité du sol raréfient les éléments nutritifs indispensables à la vitalité du sol, provoquent plus tard, la disparition progressive des espèces fongiques sensibles d'où un déséquilibre affectant l'activité physiologique dans le sol.

Les sols désertiques des zones arides et semi-arides ont été longtemps considérés comme stériles (**Halitim et Dellal, 1992**) mais des travaux d'exploration récents ont montré qu'il existe des espèces

fongiques autochtones (endémiques) qui sont adaptées aux rudes conditions climatiques et édaphiques telles que les genres *Aspergillus* et *Penicillium*.

Dans le cadre de la caractérisation bio-physico-chimique de ces aridisols, notre étude consistera à évaluer la microflore fongique tellurique (micromycète) dans la région d'Ichemoul

Cette étude qualitative, quantitative et spatio-temporelle de la biomasse fongique s'est réalisée à travers deux sites différents et s'est basée sur un échantillonnage à une période de l'année (hivernale-Décembre) au cours de la campagne (2019-2020).

Ces différentes stations nous ont permis d'évaluer la densité de la microflore fongique dans chacune d'elle d'une part et de préciser les facteurs climatiques et physico-chimiques influençant les aspects qualitatifs et quantitatifs de cette biomasse. Cette étude est consolidée parallèlement par un ajustement statistique (ACP) des résultats expérimentaux obtenus, ainsi que des microphotographies des genres et espèces fongiques identifiées au laboratoire de microbiologie du département d'agronomie.



### **1. Généralités**

Les champignons, sont des organismes eucaryotes aérobies. Ni plantes ni animaux, ils constituent un règne à part (Eumycota) dans le monde vivant. Il n'en a pas été toujours ainsi. Longtemps, les champignons, par leur morphologie (thalle, spore, etc.), leur comportement (absence de mobilité), leur nutrition (absorption) ont été assimilés à des végétaux. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, du temps de Carl Von Linné, le monde du vivant était partagé en deux règnes : le végétal et l'animal. Les champignons étaient, avec les algues, les bactéries, les protozoaires et les plantes assimilés au règne végétal. (Benmessaoud., 2010).

Les champignons sont considérés comme l'une des composantes les plus importantes de l'écosystème terrestre. (Plotkin, 2000). Les champignons appelés aussi mycètes, sont des organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaire, incluant des espèces macroscopiques (macromycète) et d'autres microscopiques (micromycètes), d'aspect filamenteux ou lévuriforme. (Chabasse et al, 2002).

### **1.2. Caractéristiques cytologiques et biochimiques de la mycoflore mycélienne**

#### **1.2.1. Caractéristiques cytologiques**

Les cellules des champignons sont, comme celles des végétaux, entourées d'une paroi cellulaire rigide. Mais, contrairement à ce qui caractérise ces derniers, elle n'est pas constituée de cellulose, mais de chitine, une protéine que l'on retrouve chez les arthropodes (insectes, crustacés...). Les champignons sont dépourvus de chlorophylle. La reproduction sexuée, lorsqu'elle existe, est de type cryptogamique (pas d'appareil sexué visible à l'œil nu) et se déroule dans des organes particuliers à chacun des groupes.

Les mycomycètes sont des micro-organismes eucaryotes filamenteux, non photosynthétiques et ayant un métabolisme hétérotrophe (Nichlin et al, 1999).

Les micromycètes sont caractérisés, avant tout, par une structure mycélienne. Ils sont constitués en effet par des éléments filamenteux, les hyphes (Leclere et al, 1994 ).

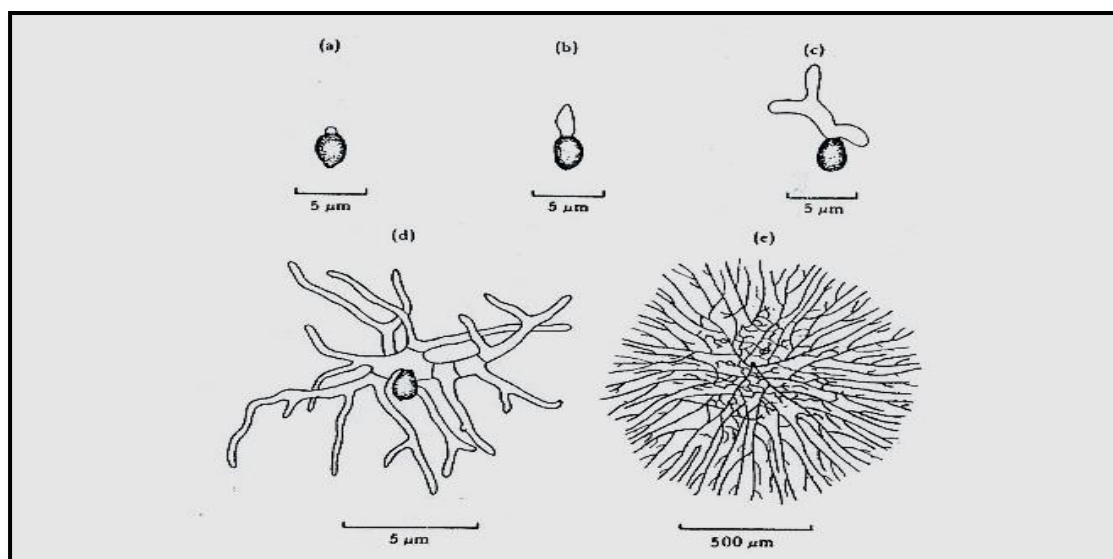
#### **1.2.2. Thalle végétatif**

Il présente une structure relativement simple comparée à la diversité des constructions cellulaires réalisées par les algues. C'est un appareil végétatif bien

adapté aux divers modes de vie hétérotrophe des champignons. Les filaments microscopiques qui le constituent excrètent dans le milieu une grande variété d'enzymes lytiques (protéases, amylases, ribonucléases, phosphatases, etc.) qui hydrolysent et scindent les macromolécules et permettent l'absorption des produits de dégradation (Jean-Claude et al, 2008).

Les formes les plus usuelles de mycélium sont les «moisissures», feutrage de siphons ou d'hyphes qui recouvre les matières organiques en décomposition. Les siphons s'allongent et se ramifient sans se cloisonner : les hyphes sont constitués de cellules ou d'articles plurinucléés. Les cloisons transversales sont percées de pores permettant les échanges.

Lorsque les hyphes s'agrègent entre eux, ils peuvent donner naissance, notamment au moment de la reproduction, à des constructions agglomérées plus ou moins massives appelées faux tissus ou plectenchyme (figure 1). Inversement, certaines espèces ont un mycélium qui se morcelle et, notamment en milieu organique riche, font retour à l'état unicellulaire. C'est le cas des levures qui s'accroissent par bourgeonnement. Lorsque le bourgeon a atteint une certaine taille, il se sépare de la cellule-mère. On parle alors de mycélium dissocié (Jean-Claude et al, 2008).



**Figure 1** : Croissance végétative d'un thalle formant une colonie mycélienne à partir d'une spore asexuée.(Kachour , 2004)

a) Germination.c- d) Ramifications.b) Apparition du bourgeon de l'axe principal.e) Colonie ± ronde.

#### **1.2.2.1. Les parois**

Sont souvent imprégnées de mélanines qui leur donnent une couleur brune. Les mélanines sont des molécules complexes contenant de la tyrosine et des noyaux phénoliques polymérisés. Proches de la lignine par leur structure chimique, elle entre, après la mort des champignons, dans la composition de l'humus auquel elles apportent l'azote de la tyrosine (Davet, 1996).

#### **1.2.2.2. Le cytoplasme et les noyaux**

Le cytoplasme contient des organelles, comme c'est le cas chez tous les eucaryotes. Il est parcouru par des courants cytoplasmiques dirigés vers la zone apicale. Ce flux, facile à observer chez les champignons dépourvus de cloisons, assure un apport de nutriments et probablement et d'hormones aux parties en croissance.

Le cytoplasme est bordé par une membrane constituée de phospholipides, de protéine et de stérols. L'ergostérol est un composant caractéristique de la membrane cytoplasmique des champignons à mycélium cloisonné (Davet, 1996).

### **1.3. Taxonomie des champignons**

Le règne des champignons comprend des sous-ensembles appelés divisions ou phylums. Le nom de chaque division se termine par Mycotina. Les phylums se divisent en classes, le nom de ces dernières se termine par Mycètes. Ensuite le suffixe « aie » est utilisé pour désigner les ordres, le suffixe « aceae>> pour les familles (Figure 2).

Chaque famille renferme les genres et les espèces qui représentent la base de la classification (Baghdadi ,1992).Chaque champignon est identifié ainsi par un nom binomial qui débute par le genre et qui se termine par l'espèce comme tout autre constituant du vivant (Chabasse. 2008).

La classification de Hawksworth, Sutton et Ainsworth (1970) modifiée par Kwon Chung in Bennett (1992), puis par De Hoog (1995), est la plus utilisée actuellement. On différencie quatre divisions selon les modalités de la reproduction sexuée : les *Mastigomycotina*, les *Zygomycotina*, les *Ascomycotina* et les *Basidiomycotina*. En outre, lorsque la reproduction sexuée n'est pas connue, la division est appelée *Deuteromycotina* ou *Fungiimperfecti* (Blackwell et al, 1998)

### 1.3.1. Les *Mastigomycotina*

Les *Mastigomycotina* qui sont très rarement impliqués en pathologie humaine, se répartissent en deux classes (figure 2): les *Chytridiomycètes* et les *Oomycètes*. Ils sont caractérisés par la présence de spores munies de flagelles (un pour les *Chytridiomycètes*, deux pour les *Oomycètes*). Cependant, aujourd'hui la nomenclature ne retient dans le règne des champignons que les *Chytridiomycètes*, en raison de la présence de chitine dans leur paroi et de leur nutrition qui se fait par absorption (Chabasse *et al.*, 2002) et (Baghdadi, 1992).

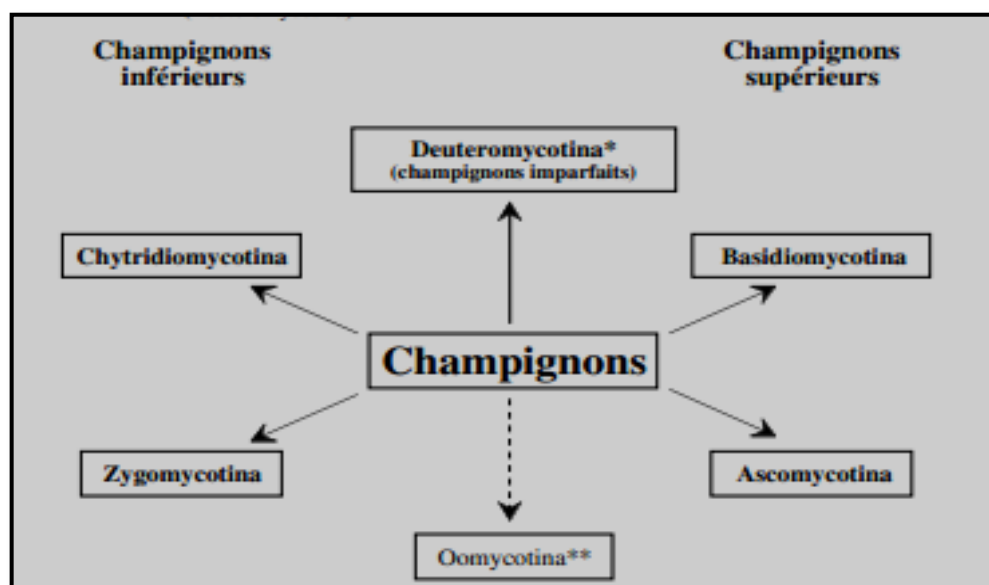


Figure 2: Classification des champignons. (Chabasse *et al.*, 2002)

\*= champignons connus seulement par leur stade asexué, en attente de classification

\*\* = actuellement les espèces issues de cette division ne sont plus classées parmi les vrais champignons

### 1.3.2. Les *Zygomycotina*

Cette division qui est caractérisée par la production de spores sexuées appelées zygospores, comporte de nombreux pathogènes : les Mucorales, agents des *mucomycoses* et les Entomophthorales, agents des entomophthoromycoses. Ils sont considérés, avec les *Mastigomycotina*, comme des champignons inférieurs. Deux caractéristiques les différencient des autres champignons dits « supérieurs »

(*Ascomycotina* et *Basidiomycotina*) : le mycélium végétatif est plus large, souvent dilaté, peu ou pas cloisonné et la reproduction asexuée est dite endogène (figure 3). Chez les Mucorales, par exemple, les spores sont produites à l'intérieur d'un sac appelé sporocyste, d'où le nom de sporocystophore donné aux filaments porteurs de ce sac. Chez les Entomophthorales, les spores asexuées sont produites à l'extrémité de filaments et sont habituellement projetées à distance, elles portent le nom de ballistospores (Chabasse *et al*, 2002).



**Figure 3:** Exemple d'une moisissure de la classe de Zygomycètes (Mucor), (Bernard, 1997).

### 1.3.3. Les Ascomycotina:

Les *Ascomycètes* présentent une structure caractéristique appelée asque, formé au cours de la reproduction sexuée, qui renferme un nombre défini d'ascospores. Cet sporocyste, globuleux, cylindrique ou plus ou moins claviforme, avec une paroi simple ou double représente un important critère d'identification.

Les ascospores, hyalines ou colorées, globuleuses, elliptiques, cylindriques, vermiculaires, unicellulaires, cloisonnées transversalement ou cloisonnées transversalement et longitudinalement, lisses ou ornementées sont utilisées aussi pour l'identification des genres et des espèces.

Souvent les asques sont produits, en grand nombre, dans des structures de fructification, nommés ascocarpes, divisés en 3 catégories : les cléistothèques (ascocarpes globuleux, clos, rencontrés chez *Eurotium* et *Emericella*), les périthèces

(ascocarpes plus ou moins en forme de bouteille présentant un ostiole par lequel les spores sont expulsées, rencontré chez *Chaetomium*) et les apothécies (ascocarpes ouverts, en forme de coupe, portant des masques en surface). Certains *Ascomycètes* présentent des asques nus (levures) ou enveloppés dans un feutrage mycélien lâche (*Byssochlamys*).

A côté de cette forme sexuée, ascogène (forme parfaite ou téléomorphe), la majorité d'*Ascomycètes* se reproduisent par multiplication asexuée (forme imparfaite ou anamorphe) à l'aide des conidies (Botton et al, 1990 ; Sutton et al., 1998).

Dans ce groupe qui comprend aussi un grand nombre de pathogènes de l'homme (levures *ascosporées*, champignons filamenteux tels que les *Aspergillus*, les dermatophytes,...), les spores issues de la reproduction sexuée (appelées ascospores) sont produites de manière endogène à l'intérieur d'un sac appelé asque. Ces asques, généralement octosporés, seront libres (levures *ascosporées* ou *Hémiascomycètes*) ou produits à l'intérieur d'un organe protecteur de forme variable appelé ascocarpe (*Ascomycètes* vrais ou *Euascomycètes*). Les *Hémiascomycètes* (levures *ascosporées*) et les *Ascomycètes* filamenteux se répartissent en six ordres différents au moins :

### **a. Les Onygnéales :**

Les ascospores sont produites principalement dans des gymnothèces et la reproduction asexuée s'effectue selon le type thalique solitaire.

### **b. Les Eurotiales :**

Les ascospores sont produites dans des cléistothèces, et la reproduction asexuée s'effectue selon le type phialidique ou annellidique.

### **c. Les Microascales :**

L'ascocarpe est clos, il contient des asques et des ascospores brunes et la reproduction asexuée s'effectue selon le type annellidique. (Chabasse *et al.*, 2002).

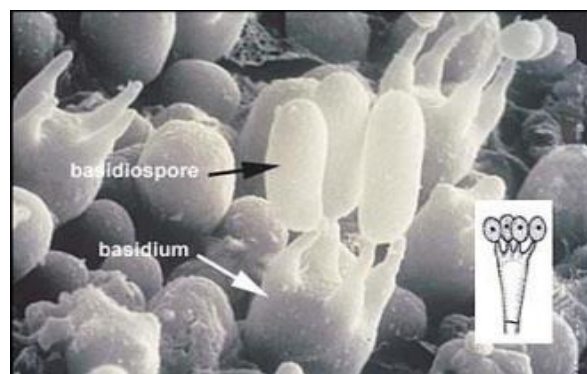
### **1.3.4. Les Basidiomycotina:**

Ils sont caractérisés par la production de spores sexuées (appelées basidiospores) formées par bourgeonnement à l'apex de cellules allongées, les basides (figure 4). Les Basidiomycètes ont un thalle cloisonné avec présence de « boucles » au niveau des cloisons. Les cloisons des filaments mycéliens « clamp connexion »

comportent le plus souvent un pore central unique de structure complexe appelé dolipore.

La plupart des *Basidiomycètes* sont des saprophytes de l'environnement ou parfois des pathogènes de plantes, mais ils sont peu impliqués en pathologie humaine. Ceux qui vivent en parasite chez l'homme sont le plus souvent des *Cryptococcus*, notamment *C. neoformans* dont la forme parfaite appartient au genre *Filobasidiella*. D'autres levures appartenant aux genres *Malassezia*, *Rhodotorula* et *Trichosporon* dont les formes sexuées ne sont pas connues, ont des caractères communs avec les *Basidiomycètes*.

Les *Basidiomycètes* comprennent deux groupes principaux : les *Hétérobasidiomycètes* (Ustilaginales) à basides divisées ou ramifiées et les *Holobasidiomycètes* à basides simples. Chez les *Holobasidiomycètes* qui sont essentiellement des *macromycètes*, deux ordres sont exceptionnellement impliqués en pathologie humaine : les *Aphyllophorales* et les *Agaricales* (Chabasse *et al.*, 2002).



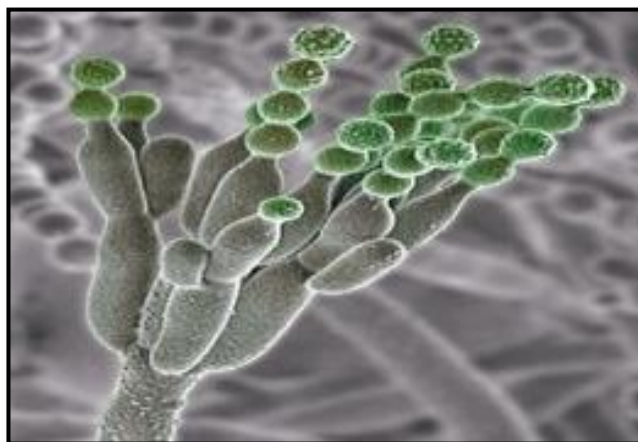
**Figure 4: Exemple des *Basidiomycètes* (*Armillaria* ), ( Bernard., 1997).**

### 1.3.5. Les *Deuteromycotina* (champignons imparfaits ou *Fungi imperfecti*)

C'est dans cette division qu'on retrouvera le plus grand nombre de ces espèces d'intérêt médical. Cet ensemble, très hétérogène, englobe toutes les espèces se multipliant sur le mode asexué. Des données récentes reposant d'une part sur la microscopie électronique, d'autre part sur la biologie moléculaire (comparaison des séquences d'ADN ribosomique par exemple), permettent d'établir des liens étroits avec de nombreux *Ascomycètes* ou *Basidiomycètes*. En pratique, le maintien de cette

division s'avère utile car beaucoup d'espèces n'expriment pas en culture leur reproduction sexuée (Figure 5).

- Les *Deuteromycotina* sont divisés en trois classes:
  - a. Les **Blastomycètes** qui regroupent l'ensemble des champignons levuriformes.
  - b. Les **Hyphomycètes** qui regroupent tous les champignons filamenteux à thalle septé dont les cellules conidiogènes (productrices de spores ou conidies) sont libres.
  - c. Les **Coelomycètes** qui rassemblent les champignons filamenteux dont les cellules conidiogènes sont contenues dans des organes protecteurs appelés : pyénides ou acervules. (Chabasse *et al*, 2002).



**Figure 5:** Exemple des Deutéromycètes (*Penicillium*) ;(Bernard, 1997).

### 1.4. La reproduction des micromycètes

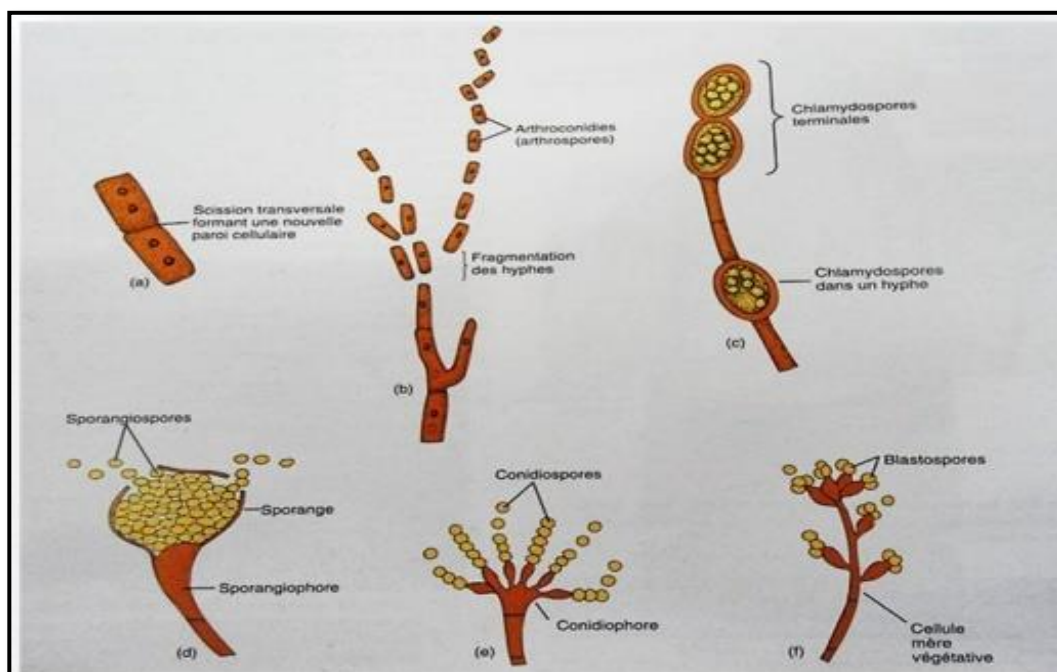
La plupart des *Eumycètes* se multiplient en produisant des spores en très grand nombre, de façon sexuée ou asexuée. Ainsi, les vesses-de-loup ont des structures reproductrices qui peuvent répandre des nuages de milliards de spores.

Emportées par le vent ou l'eau, les spores qui aboutissent sur un substrat adéquat, en terrain humide, germent et produisent un mycélium. Pour se rendre compte de l'efficacité reproductrice des spores, il suffit de laisser une tranche de melon exposée à l'air. Au bout d'une semaine environ, même sans une source visible de spores à proximité, vous verrez probablement un mycélium pelucheux se former à partir des spores microscopiques qui se seront déposées sur la tranche du fruit (Bernard, 1997).



### 1.4.1. La reproduction asexuée

C'est la plus fréquemment observé avec une division par mitose des cellules haploïdes pour former des spores (figure 6), le nombre de chromosomes restant inchangé. Il n'y a pas, par définition, d'échange sexuel avant cette sporulation. Les champignons qui se reproduisent par cette voie sont appelés les champignons imparfaits (fungi imperfecti), la reproduction sexuée étant considéré comme l'état parfait (Johns, 2002).



**Figure 6:** Représentation schématique de la reproduction asexuée et quelques types de spores. (Dedet, 2007).

### 1.4.2. La reproduction sexuée

Ce mode de reproduction se réalise par fusion de deux cellules haploïdes en une cellule diploïde, qui se divise par méiose. De nombreux champignons requièrent deux colonies différentes pour l'accouplement (champignons hétéro thalles), alors que d'autres n'ont besoin que d'une colonie (homothalles) la formation des spores se fait soit dans un sac appelé asque, soit en partie à la surface d'une

poche appelée basidium. L'aspect caractéristique de la structure qui supporte les spores sont utilisés pour la classification et ainsi l'identification des pathogènes (Lee et Hwang ,2002).

### **1.5. Conditions de croissance des champignons**

Les champignons se développent le mieux dans des habitats sombres et humides, ou il y a peu de dessiccation, mais ils sont présents partout où des matières organiques sont disponibles. La plupart des champignons sont saprophytes, se nourrissant de matières organiques mortes comme beaucoup de bactéries et de protistes. Selon Bennet (2005) , les champignons peuvent sécréter des enzymes hydrolytiques qui digèrent les substrats externes, ils absorbent alors les produits solubilisés, un processus parfois appelé osmotrophie.

Ce sont des chimio-organohétérotrophes, ils utilisent la matière organique comme source de carbone, d'électrons et d'énergie. Le glycogène est le polysaccharide de réserve principal des champignons. La plupart d'entre eux utilisent des glucides (de préférence le glucose ou le maltose) et des composés azotés pour la synthèse de leurs propres acides aminés et protéines (Davet et Rouxel, 1997).

#### **1.5.1. Facteurs influençant la croissance des champignons du sol**

##### **1.5.1.1. Facteurs écologiques**

La répartition des champignons et leur activité physiologiques dépendent strictement de leurs situations dans le sol. Ces facteurs physico-chimiques agissent directement sur les populations microbiennes telluriques y compris les champignons (Amrani et Benallel, 2008).

##### **♣ La température**

La plupart des champignons se développent à des températures minimales comprissent entre 2 à 5 °C, un intervalle optimale de 22 à 27 °C avec des températures maximales variant de 35 – 40 °C. Cependant, certains champignons thermophiles sont capables de croître à des températures supérieures à 50 °C, atteignant dans des cas extrêmes 60 °C. Les espèces fongiques thermophiles croissent entre 25 °C et 55°C avec un optimum de 50°C. Les champignons thermophiles ne croissent généralement pas en dessous de 20 °C (Lamarie et al.,2010).

Par contre, les champignons psychrophiles peuvent se développer à des températures inférieures à zéro et stoppent leur croissance au-delà de 20 °C. Les champignons ni thermophiles, ni psychrophiles, sont appelés mésophiles. (Dedet , 2007).

### ♣ L'humidité

C'est un paramètre très important qui conditionne le démarrage des manifestations microbiologiques. L'influence de l'humidité se manifeste sur la croissance du mycélium, la sporulation et leur germination (Lemaitre et al., 1998 ; Leyral et vierling, 2007).

### ♣ Le pH

Les champignons filamenteux se développent dans une large gamme de pH, bien qu'ils sont divisés en 3 catégories selon le pH optimum de leur croissance.

#### a) Les champignons neutrophiles

Ils présentent une croissance optimale à un pH voisin de la neutralité ou même légèrement basiques. Ces moisissures ne tolèrent pas des pH inférieurs à 5.5 (Marie, 1997).

#### b) Les champignons acidophiles:

Le pH optimum des champignons acidophiles est compris entre 2 et 3.5.

#### c) Les champignons basiphiles (alcalophiles) :

Ils ne supportent pas des pH inférieur à 8 (Lemaitre et al, 1998).

### 1.5.1.2. Besoins nutritifs:

#### ♣ Carbone

Les hydrates de carbone doivent être sous forme soluble pour leur pénétration dans les hyphes, car la paroi cellulaire rigide empêche l'endocytose. Les sucres solubles traversent la membrane cellulaire. Ce type de nutrition est observé chez les *micromycètes* symbiotiques et chez certaines *micromycètes* parasites. En ce qui concerne les *micromycètes* saprophytes, la grande partie du carbone de l'environnement n'est pas sous forme soluble mais se forme de polymère complexe comme la cellulose, la chitine et la lignine (Nicklin, 1999).

### ♣ Azote

Les *micromycètes* incorporent l'azote par hétérotrophisme. Ils ne peuvent pas assimiler l'azote gazeux mais peuvent utiliser le nitrate, l'ammonium et certains acides aminés par l'absorption directe à travers la membrane. Des sources complexes d'azote, comme les peptides et les protéines, ne sont utilisables par les hyphes qu'après leur dégradation par des protéases en acides aminés (Boutouil, 2009).

### ♣ Les macros / micronutriments

Le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium et le soufre constituent les macronutriments requis par les *micromycètes*. Tous sauf le phosphore, sont présentes en excès dans leur environnement. Le phosphore peut parfois être en faible quantité, en particulier dans le sol (Pauwels, Verloo et Mvondo, 1992).

Le cuivre, le manganèse, le sodium, le zinc et le molybdène constituent les micronutriments et sont disponibles en grande quantité dans l'environnement des *micromycètes*. Le fer est relativement insoluble et donc pas facilement assimilable (Shapton et Gould, 1969).

### ♣ L'eau

Les *micromycètes* ont besoin de l'eau pour pouvoir en extraire des nutriments et sont donc restreints à des environnements assez humides comme les tissus d'un hôte si ce sont des parasites ou des symbiotes, ou les sols et des substances humides si ce sont des saprophytes. La sécheresse provoque la mort à moins que les *micromycètes* se soient spécialisés (Shapton et Gould, 1969).

## 1.6. Importance des micromycètes en industrie moderne

Les champignons produisent une très large gamme de composés biochimiques lors des processus biosynthétiques primaires, ces composés sont très importants pour le développement des filaments mycéliens et qui peuvent être des protéines, des lipides ou des acides nucléiques (Amrani et Benallel, 2008).

Alors que le champignon est confronté à des conditions défavorables pour son développement, il stabilise sa croissance et cesse la biosynthèse des métabolites primaires ; ces derniers après un certain temps se transforment en métabolites

secondaires très importants pour l'homme qui les extrait grâce à des techniques industrielles délicates (Plotkin, 2000).

On peut citer des métabolites secondaires produits par les champignons à l'échelle industrielle mondiale comme les enzymes, les vitamines et les antibiotiques (Pénicilline, griséofulvine), l'acide citrique, certains chromatines ainsi que différents types de pigments industriels (Al naouawi, 1999).

Les champignons sont largement utilisés en industrie moderne de part le monde ; vu la large gamme de substances biochimiques que peuvent synthétiser les micromycètes (Botton et al, 1985), ils sont d'une importance capitale pour les différentes industries alimentaires, pharmaceutiques et chimiques (Plotkin, 2000). La plupart des champignons utilisés en industrie appartiennent à la classe des deutéromycètes et spécialement aux genres : Pénicillium, Aspergillus, Mucor, Rhizopus, Fusarium, ect... (Botton et al, 1990).

Grâce aux sécrétions enzymatiques des champignons industriels lors des biodégradations, il y a production de différentes substances nécessaires au développement actuel de l'humanité telles que les vitamines, les enzymes fongiques, les antibiotiques, enzymes de panification et les pigments industriels (Moussaoui, 1994).

### **1.7. Les micromycètes et la protection de l'environnement**

Les micromycètes occupent une place de premier choix dans le réseau trophique de la rhizosphère ; Ils participent à la biodégradation des matières organiques oxydables de ce fait, ils participent à la prolifération des biocénoses telluriques ce qui consolide les écosystèmes telluriques et protège ainsi l'environnement (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les champignons des lichens sont très sensibles aux différentes pollutions chimiques et industrielles qui affectent le substratum et le climat ; parmi ces pollutions, celles causées par les métaux lourds Dès les premiers signes de pollution généralement imperceptibles par les autres êtres vivants, les lichens disparaissent de la nature ou changent de couleur ce qui offre à ces derniers une position d'honneur comme indicateur précoce des pollutions diverses qui menacent l'environnement dans lequel nous vivons ( Des Abbayes ,1951).

L'utilisation à grande échelle des fongicides a des effets indésirables sur l'écosystème tellurique car ils détruisent la plupart des espèces fongiques en perturbant ainsi les activités biologiques de la microflore tellurique (De Wayne and Torgeson, 1967).

### **1.8. Les champignons filamenteux dans le sol**

Les champignons filamenteux terrestres jettent des ponts à travers les zones ouvertes qui séparent les particules ou les agrégats du sol, et sont exposés à des concentrations élevées en oxygène. Ces champignons auront tendance à devenir plus foncés et à former des structures imperméables à l'oxygène, qu'on appelle sclérotés et cordelettes hyphales. Ceci est particulièrement important chez les basidiomycètes, qui forment de telles structures comme mécanisme de protection contre l'oxygène. À l'intérieur de ces structures, les champignons filamenteux transfèrent les nutriments et l'eau sur des grandes distances même à travers des espaces aériens, une caractéristique particulière de leur stratégie vitale. Ces frontières hyphales imperméables à l'oxygène, polymérisées par oxydation, n'existent habituellement pas chez les champignons qui croissent dans des milieux aquatiques (Guillaumin, 2005 et Perry et al., 2004).

### **1.9. Modes de vie**

La quasi-totalité des mycètes vivent aux dépens de la matière organique en décomposition ; ce sont des agents de recyclage de la matière minérale dans la nature, connus sous la nomination de « Saprophytes ». Dans des conditions particulières, beaucoup de micromycètes parasitent des organismes végétaux ou animaux ou même d'autres mycètes (c'est le cas de l'espèce *Penicillium rugulosum* qui infecte la tête d'*Aspergillus niger*, en formant dessus, des phialides regroupés en pénicilles et le conduit finalement à la mort). D'autres, cohabitent avec différentes formes de vie dans le contexte du bénéfice réciproque ou ce qu'on appelle « la symbiose ». (Kachour, 2004).

#### **1.9.1. Saprophytisme :**

Les champignons répondent particulièrement à leurs besoins nutritionnels en absorbant les éléments organiques, de la matière inerte complexe de leur environnement après l'avoir dégradé en substances organiques simples et en

molécules inorganiques. Le carbone, l'azote, le phosphore et d'autres éléments nécessaires se trouvent ainsi libérés et disponibles au profit des organismes, les autotrophes et les lithotrophes en premier. Le développement des moisissures sur du bois mort ou sur de la matière végétale en décomposition (l'humus), est favorisée grâce à leur système enzymatique renfermant des activités cellulolytiques et ligninolytiques, entre autres, à l'origine de la production des acides humiques.

Les micromycètes interviennent très activement dans les cycles de l'azote en achevant des réactions métaboliques de dénitrification. Leur activité est plus importante dans les milieux légèrement acides, là où l'on assiste à une inhibition bactérienne. Leur absorption en composés azotés explique, donc, la présence de l'azote (N) au niveau du squelette fongique. Il existe une *mycoflore* commune impropre au substrat, sur les premières couches de fermentation de la litière; les principaux *Hyphomycètes* constituant cette flore fongique sont *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum*, *Cladosporium herbarum* et *Botrytis cinerea*, ainsi que les Mucorales tels que *Mortierella*, *Mucor*, *Abisidia* et des *Moniliales*, à savoir *Penicillium Trichoderma* et *Verticillium*, entre autres. (Kachour, 2004)

### **1.9.2. Parasitisme:**

Certains champignons saprophytes seraient passés du saprophytisme au parasitisme occasionnel puis au parasitisme strict et cela, a dû apparaître très anciennement lorsqu'ils auraient trouvé des conditions plus favorables pour leur croissance, chez les organismes vivants. Le parasitisme des plantes et des animaux par les mycètes est effectué du fait que la taille des filaments de ces derniers est très inférieure à celle de l'hôte parasite (Lamarie et al, 2010).

Chez les végétaux, la voie d'entrée peut être le stomate ou par dégradation de la cutine épidermique, soit à travers les blessures. Les mycoallergies ont pour origine des formes de reproduction végétative, les spores, pouvant également être à l'origine d'un nombre d'infections, respiratoires, cutanées ou autres ; ce pouvoir peut être rencontré chez la plupart des mycètes à dictyospores. (Kachour, 2004)

### **1.9.3. Parasites obligatoires:**

Ce sont les mycètes incapables de se développer en dehors de leur hôte, à titre d'exemple l'espèce *Histoplasma capsulatum* devient pathogène dès qu'elle pénètre dans l'organisme humain. (Kachour, 2004)

### 1.9.4. Parasites facultatifs

Ils sont appelés aussi, parasites de faiblesse, à l'origine saprophytes, comme certaines espèces des genres *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Rhizomucor* et *Absidia*, exerçant leur action pathogène occasionnellement sur les organismes immunodéprimés.

### 1.9.5. Néctrotrophes:

A la différence des saprophytes simples, les néctrotrophes attaquent l'organisme vivant, déclenchent des effets pathologiques mortelles et en puisent tout de suite leurs besoins vitaux ; des espèces de *Fusarium*, de *Verticillium* et de *Botrytis* sont les néctrotrophes les plus répandus. (Kachour, 2004)

### 1.9.6. Symbiose :

Contrairement à la notion de parasitisme, la symbiose se traduit par l'association d'un champignon à un organisme différent, ils cohabitent dans un équilibre physiologique. Les deux, présentent ensemble, une complémentarité de structure et d'activités.

### 1.9.7. Lichens:

Appelés aussi mycobionte ou phycobionte (myco, champignon ; phyco, algue ; bionte, forme de vie). Schwendener avait décrit la véritable nature de ces organismes dont l'appareil végétatif n'est qu'un réseau de filaments (hyphes du champignon supérieur) donnant asile à l'intérieur des mailles, à des cellules chlorophylliennes (gonidies de l'algue). Le champignon des lichens est souvent un Ascomycète, d'où Ascolichens (pyrenolichens et discolichens)

### 1.9.8. Les mycorhizes

Ce sont des formes de cohabitation en relation étroite et à intérêt mutuel entre champignons et végétaux supérieurs. Ces derniers étant incapables d'absorber les éléments minéraux en raison de leur faible solubilité dans le sol, ils se sont adaptés à



ces conditions en s'associant à des mycètes qui développent un réseau de filament autour des racines (ectomycorhizes) ou dans leurs tissus corticaux (endomycorhizes), leur fournissant un maximum de contact avec les solutions ou particules du sol .Ce phénomène est peu rencontré en milieu aquatique où les végétaux peuvent utiliser directement les éléments minéraux dissous dans l'eau, à savoir le phosphore, le cuivre et le zinc. (Kachour , 2004)

### **1.9.9. Champignons des eaux douces**

Une *mycoflore* détermine les milieux dulçaquicoles, comprenant, à côté des Phycomycètes un groupe fortement actif dans le cycle de la matière, de champignons filamenteux appartenant aux genres *Leptomitus*, *Fusarium* , *Aqueductum*, *Subbaromyces* , *Saprolegnia*, *Ascoidea* , *Geotrichum* . Leur hyphes croissent sur la matière nutritionnelle immergée alors que la sporulation n'a lieu que lorsque le mycète est à en dehors du milieu aquatique ou à sa surface. Certains genres rencontrés dans les eaux stagnantes tels que *Helicoon*, *Helicodendron*, *Helicosporium* possèdent des spores de forme hélicoïdale ou de sphères grillagées ; ils ont développé ce système d'adaptation qui consiste à piéger les bulles d'air pour pouvoir flotter. Peu de connaissances sont développés leur écologie et leur physiologie. (Kachour , 2004)

### **1.10. Caractéristiques biologiques de la mycoflore lévurienne**

La biologie des levures est représentée généralement par un appareil végétatif réduit à une seule cellule. Dans certaines conditions de culture, ces cellules s'arrangent en files, mimant le mycélium des champignons.

Les levures sont des organismes non chlorophylliens. Elles n'utilisent donc pas la lumière comme source d'énergie et le gaz carbonique comme source de carbone. Elles tirent leur énergie de la décomposition des matières organiques mortes. La plupart des levures sont saprophytes. Quelques-unes seulement sont parasites.

La majorité des levures du sol se multiplient seulement par bourgeonnement et sont dites asporées : *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Torulopsis*, *Trichosporon*., elles sont relativement peu nombreuses dans les sols .

Leur nombre varie avec l'humidité au cours de la saison. Le rôle des levures dans le sol est mal connu : ce sont, pour la plupart, des formes utilisant les nitrates et les sucres simples ou les oligosaccharides mais inaptes à dégrader les glucides complexes sauf exceptionnellement, la pectine.

## *Chapitre I : Bio-écologie des micromycètes telluriques*

---

Aussi peut-on les considérer comme des organismes glucophiles inféodés à la végétation et à la présence de matières organiques peu transformées (Dommergues et Mangenot, 1970).

**PARTIE  
EXPERIMENTALE**

## 2. matériels et méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

Batna est une commune d'Algérie de la wilaya de Batna, dont elle est le chef-lieu ; elle est limitée

**Au nord par le wilaya de : Mila**

**A l'est par la wilaya de : khenchela**

**au sud par les wilayas de : Biskra**

**à l'ouest par la wilaya de : M'sila**



**Figure 7 : la carte de la wilaya de Batna**

D'une superficie de 1 219 200 ha = 12 192 km<sup>2</sup>, la wilaya de Batna ne représente que 0.51% de l'ensemble de la superficie du territoire national qui est de : 2.381.741 km<sup>2</sup>

Elle est composée de 62 communes réparties en 21 Daïras

### 2.1.1. Le relief

.Batna a été construite sur un relief en cuvette, entourée de montagnes -

### 2.1.2. Le climat

Le Climat de Batna est de type semi-aride, avec quatre saisons bien distinctes. Les températures moyennes varient de 4 °C en janvier à 35 °C en juillet<sup>3</sup>. En hiver, la température descend en dessous de zéro la nuit, avec de fréquentes gelées. En été, la température peut atteindre les 45 °C à l'ombre. Le total annuel des précipitations est de 210 mm<sup>3</sup>, le taux moyen d'humidité est de 97 %, la neige ne fait son apparition que pendant quelques jours et surtout au mois de mars (**Chabbi.Z, 2017**).

## 2.2. Echantillonnage

### 2.2.1. Périodes d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé pendant le mois de décembre

### 2.2.2. Méthode d'échantillonnage

D'après Pochon (1954), la profondeur des prélèvements de sol dans les régions désertiques des oasis algériens doit être comprise entre 5 et 30 cm avec 16 échantillons pour chacune des quatre stations (annexe 02).

Le nombre d'échantillons représente 16 % de la parcelle tracée de l'ordre de 100m<sup>2</sup> (Katz et al., 1978), selon la formule indiquée :  $n = t^2 + \frac{6^2}{\varepsilon^2}$ .

n : nombre d'analyses pour une incertitude donnée  $\varepsilon$  (10%, 20%, 30%).

t : coefficient de garantie.

6 : coefficient de corrélation.

Les points de prélèvement dans les stations obéissent à cette représentation (figure 16).

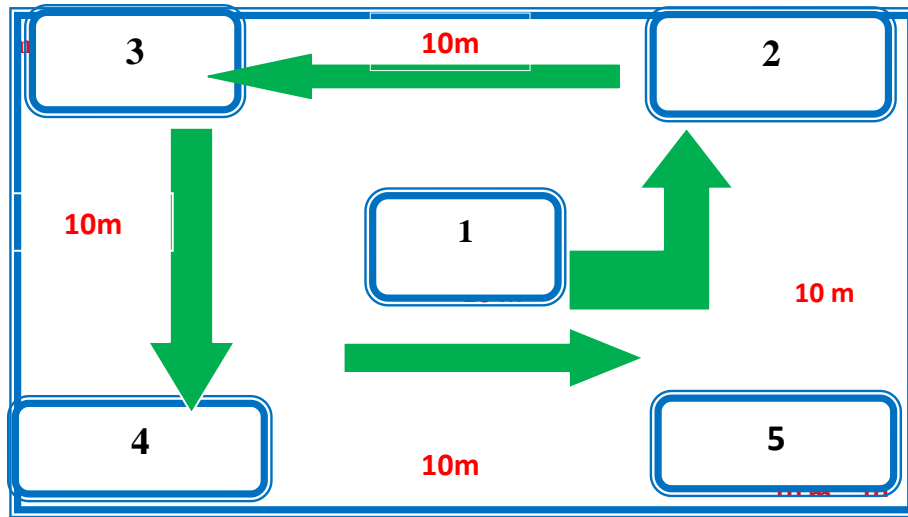


Figure 8 : Répartition des échantillonnages sur 100m<sup>2</sup> en spirale divergente

Selon (Katz et al, 1978).



Figure 9: prélèvement des échantillons du sol (original)

### 2.2.3. Transport des échantillons

Les échantillons sont mis dans des sachets en plastique stérile pour éviter toutes contaminations et sont transportés prudemment pour être ensuite conservés au réfrigérateur à une température ( $\geq 4$  °C) pendant 12 heures pour qu'ils soient frais pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques (Rapilly, 1968).

### 2.3. Techniques d'analyses physico-chimiques des échantillons

2.3.1. **Granulométrie** : nous avons utilisé la méthode internationale à la pipette de Robinson qui s'effectue sur une prise de terre fine (éléments  $\leq 2$  mm) ayant pour but

de déterminer le pourcentage des différentes fractions minérales constituant les agrégats.

**2.3.2. Potentiel hydrogène ( $pH_{KCl}$ ):** il est mesuré au pH- mètre d'une solution sol / KCl à rapport 1/2,5.



**Figure 11 :** l'agitation d'une solution à agitateur (original)



**Figure 10 :** mesure 10g de sol

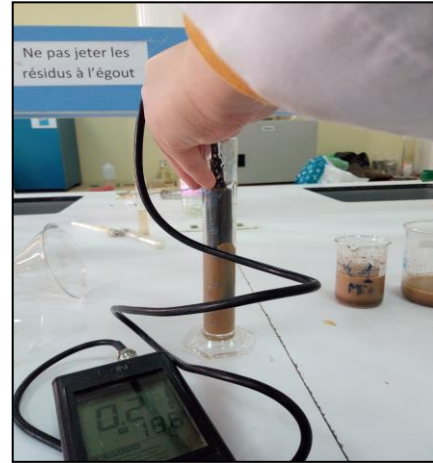


**Figure 12 :** mesure le pH à pH mètre (original)

**2.3.3. Conductivité électrique (C.E.) à 25°C:** elle est mesurée au conductivité-mètre à un rapport sol/eau 1/5.



**Figure 12 :** filtration la solution avec papier filtre (original)



**Figure 13 :** mesure la CE à conductivité-mètre (original)

**2.3.4. Humidité relative :** Par réchauffement répétitif des échantillons de sol au four (chaleur sèche) jusqu'au poids sec définitif du sol

**2.3.5. Température du sol:**

**N.B.** Les analyses physico-chimiques du sol ont été effectuées au laboratoire du département d'agronomie de l'université de Biskra.



**Figure 15 :** mesure la température avec thermomètre du sol (original)



## 2.4. Techniques d'analyses micro biologiques

### 2.4.1. Préparation des échantillons du sol

Sur paillasse stérilisée, les échantillons ont subi un séchage par aération pendant (03) trois jours puis un tamisage à 2 mm.

Dix (10) grammes sont alors pesés pour chaque échantillon à la balance électronique.

### 2.4.2. Préparation du milieu de culture

Nous avons utilisé le milieu solide (P.D.A) c'est à dire (pomme de terre dextrose Agar)(tableau 1), ce milieu solide est très convenable dans les cultures de micromycètes (**Pochon, 1954**).

La composition de ce milieu P.D.A est comme suite :

**Tableaux 1** : Composition chimique du milieu de culture PDA. (Potato-Dextrose-Agar)(**Pochon, 1954 et Rapilly , 1968**).

Composants	Quantités
Pommes de terre.....	200g
Dextrose.....	20g
Agar-Agar.....	15g
Eau distillée (q.s.p.).....	1000 ml

La pomme de terre est découpée en petits morceaux ; après la pesée, on met ces morceaux dans une fiole stérilisée et on chauffe jusqu'à ébullition (5 minutes environ). A l'aide d'un entonnoir tapissé par un papier filtre, on filtre la solution onctueuse de pomme de terre.

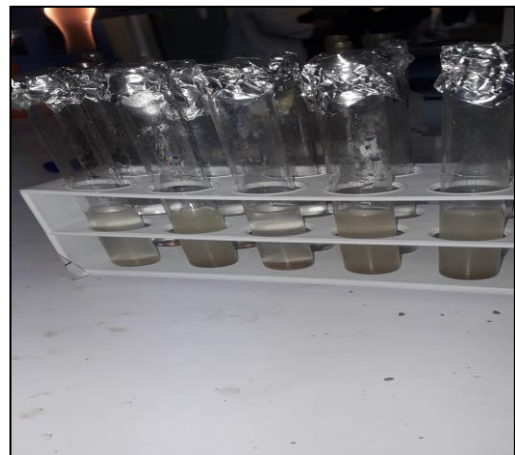
- On ajoute 20 g de dextrose + 15 g d'Agar –Agar (poudre) + 45  $\mu\text{g/l}$  d'érythromycine (antibiotique anti-bactérien) à l'extrait de pomme de terre.
- On mélange le composé liquide à l'aide d'un agitateur électrique pendant (5 minutes).
- On passe le flacon à l'autoclave (chaleur humide) pendant 20 mn à 120 °C à 1,5 bar.
- On récupère le flacon et avant que le liquide ne se refroidi, on verse le contenu du flacon dans des boites de Pétri sous une hôte stérilisée au préalable à raison de 20 ml de milieu de culture en fusion par boite puis on agite les boites après chaque écoulement et on laisse la gélose se refroidir.

#### 2.4.3. Méthode des suspensions dilutions (Pochon, 1954 et Rapilly , 1968)

Nous avons réparti les solutions de terre (10g de sol sec préparé auparavant) dans des tubes à essai stérilisés (chaleur sèche) ce qui représente pour chaque échantillon la dilution (10-1) c'est la suspension mère et à partir de cette suspension nous avons effectué les ensemencements sur les boites de Pétri en plastique (stérilisées) et en verre par répétitions de (03) à l'aide d'une pipette pasteur incurvée par la chaleur en conditions d'asepsie.



**Figure 17** : solution mère (original)



**Figure16** : dilution de solution mère

#### 2.4.4. L'ensemencement

Cette opération se fait à l'aide d'une pipette pasteur graduée et stérilisée au préalable, on aspire 1ml de suspension mère (10<sup>-1</sup>) et on pose une goutte seulement sur le milieu de culture (P.D.A, milieu solide). Par la suite on étale la goutte sur la surface de la gélose grâce à la pipette pasteur incurvée, on ferme la boîte de Pétri rapidement pour éviter toute contamination extérieure ; on répète cette manipulation pour tous les échantillons puis après on passe à l'étape suivante (**Laporte, 1947**).



**Figure 18** : ensemencement (original)

#### 2.4.5. L'étuvage

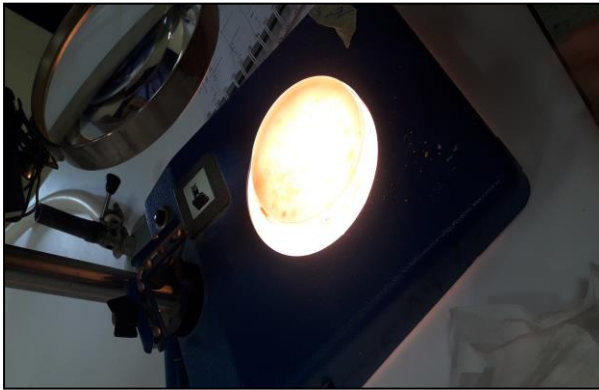
Après ensemencement des boîtes, on les dépose dans l'étuve pendant (07) jours à 28°C (**Swatek, 1970**).



**Figure 19** : l'étuvage les boîtes dans l'étuve

#### 2.4.6. La lecture des colonies à l'œil nu.

On procède à une lecture à l'œil nu des caractéristiques morphologiques des colonies fongiques (couleur et aspect) ainsi qu'à une lecture au binoculaire pour identifier la structure de ces colonies (rugueuses, lisses, etc.). Tout ce travail s'effectue dans des conditions d'asepsie rigoureuses (**Gilman, 1957**) (Annexe 01)



**Figure 20** : lecture des colonies (original)

#### 2.4.7. La technique des micros cultures (repiquage).

On prélève des fragments de colonies à l'aide d'une pince stérilisée qui sont posés sur un carré de gélose solide lui-même placé sur une lame. Ensuite on colle la lamelle sur ce carré : la limite entre lame et lamelle est cimentée par la vaseline afin d'éviter toute contamination bactérienne puis on met la micro culture dans une boîte de pétri stérilisée avec du papier filtre imbibé d'eau à sa base pour assurer une humidité convenable (**Langeron and Van-Breuseghem, 1952**).

Après étuvage de trois (03) jours à 28°C, on récupère la micro culture où les hyphes se sont développés en se collant à la surface de la lamelle et facile à identifier.

Ensuite, on passe à une lecture microscopique en utilisant le colorant (bleu de méthylène), pour identifier les genres fongiques (couleur des hyphes, aspect des columelles, morphologie des conidiophores et celle des spores) et cela à différents grossissements (**x 40 ; x 100**).



**Figure 21** : prélèvement des fragments de colonies  
(original)

### **3. Identification macro morphologique et micro morphologique des genres observés :**

Nous avons appliqué dans cette étude qualitative et quantitative la clé d'identification utilisée par **Gilman,(1957) et Chabasse, Bouchara, De Gentile, Brun, Cimon, Penn ,(2002)** ainsi que les clés de détermination des levures telluriques de **Kregr-Van Rij N.J. ,(1984)**; Cette méthode usuelle classique est basée sur les caractéristiques morphologiques a l'œil nu, au binoculaire, ainsi qu'aux critères micromorphologiques par l'observation microscopique des éléments de micromycètes afin de déceler les aspects spécifiques (annexe 1) , pour tels genres ou telles espèces selon les critères suivants :

- La couleur et la structure de la colonie après incubation.
- La forme et la dimension de la colonie.
- La structure des hyphes aériens et végétatifs (cloisonnés ou non) ainsi que Les pigmentations présentes.
- La longueur des conidiophores et sporangiophores ainsi que leurs couleurs.
- La forme et l'aspect des sporanges et des conidies ainsi que leurs tailles en microns ( grossissement X40 ou X100).
- L'aspect morphologique des phialides en séries de 3, 4 et 5 ainsi que leurs couleurs caractéristiques.
- La forme des columelles, leurs couleurs et leurs longueurs.

D'après les caractéristiques morphologiques et structurales citées ci-dessus, nous avons procédé à l'identification microscopique avec des grossissements variant entre 40 et 100 grâce au microscope classique; le tableau 06 qui suit montre respectivement les critères microscopiques et macroscopiques des différents genres et espèces fongiques.

#### **3.1. Clé de détermination utilisée pour identifier les genres.**

Selon les clés d'identification des genres et espèces de micromycètes de **Chabasse, Bouchara, De Gentile, Brun, Cimon, Penn ,(2002)**, nous avons réalisé notre détermination des fragments fongiques du sol par comparaison des critères après observation macroscopiques et microscopiques au laboratoire du département d'agronomie.

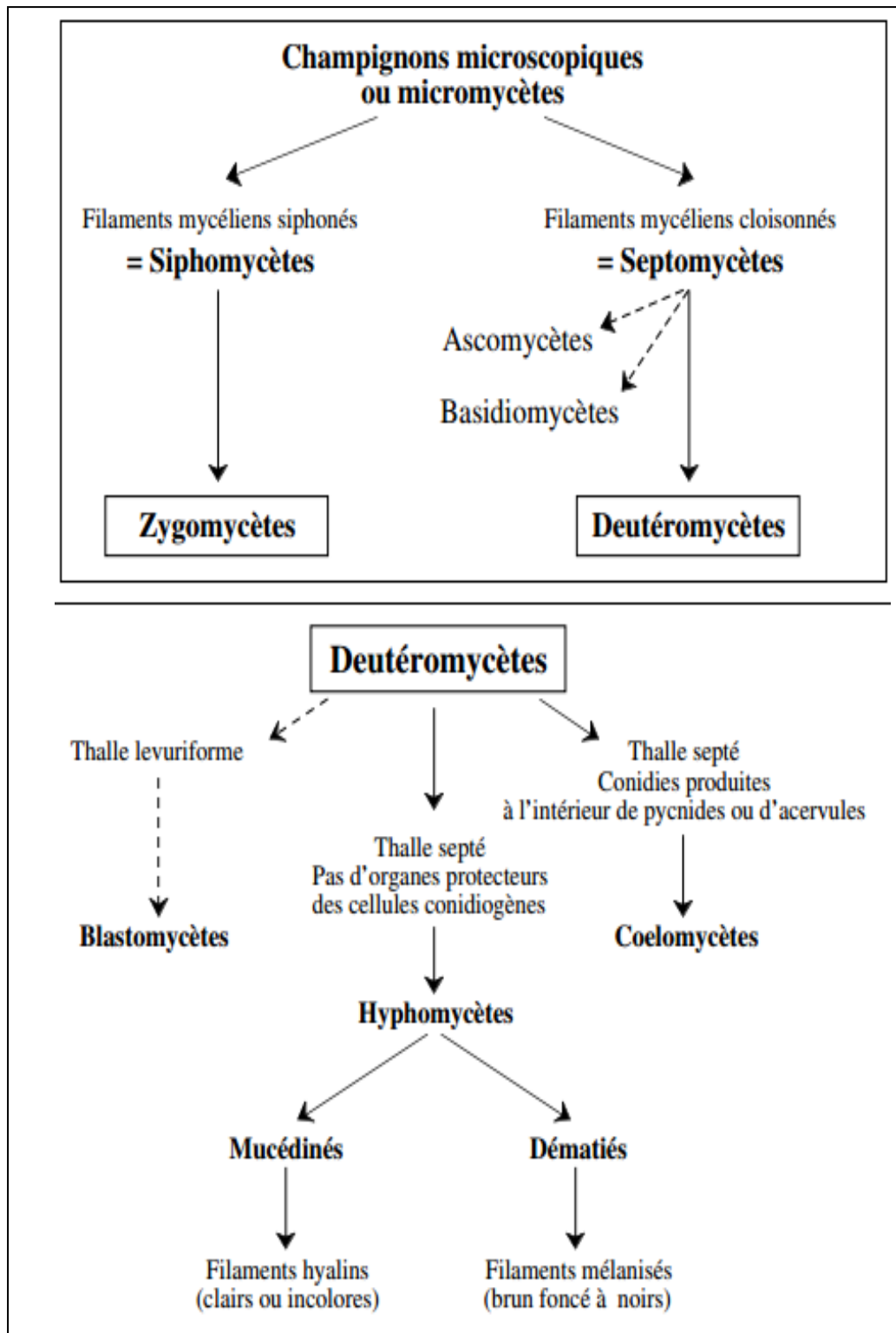


Figure 22: Démarche générale d'identification d'une moisissure.

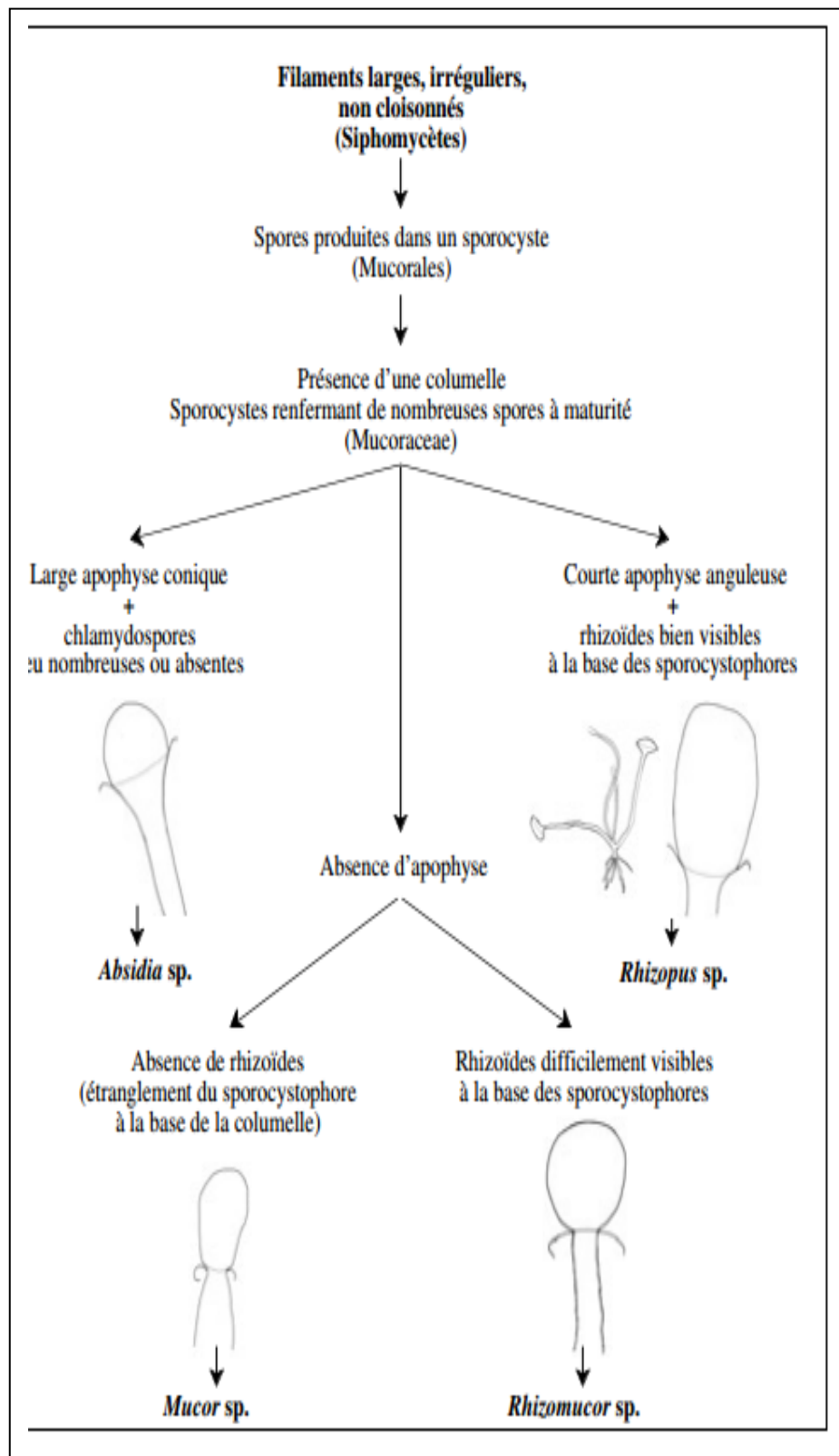


Figure 23 : Clé d'identification des Mucorales.



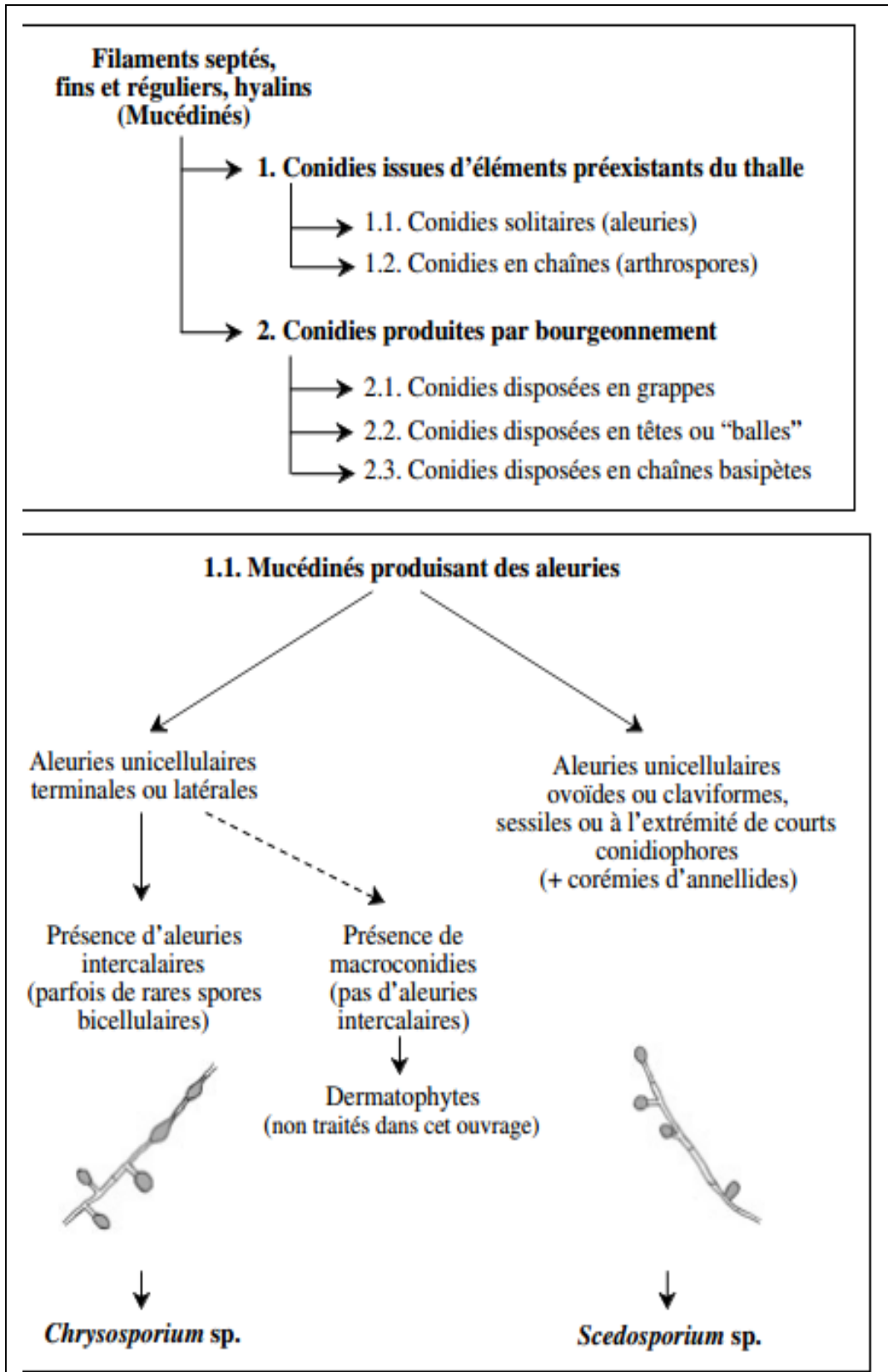


Figure 24 : Clé d'identification des Mucédinés.

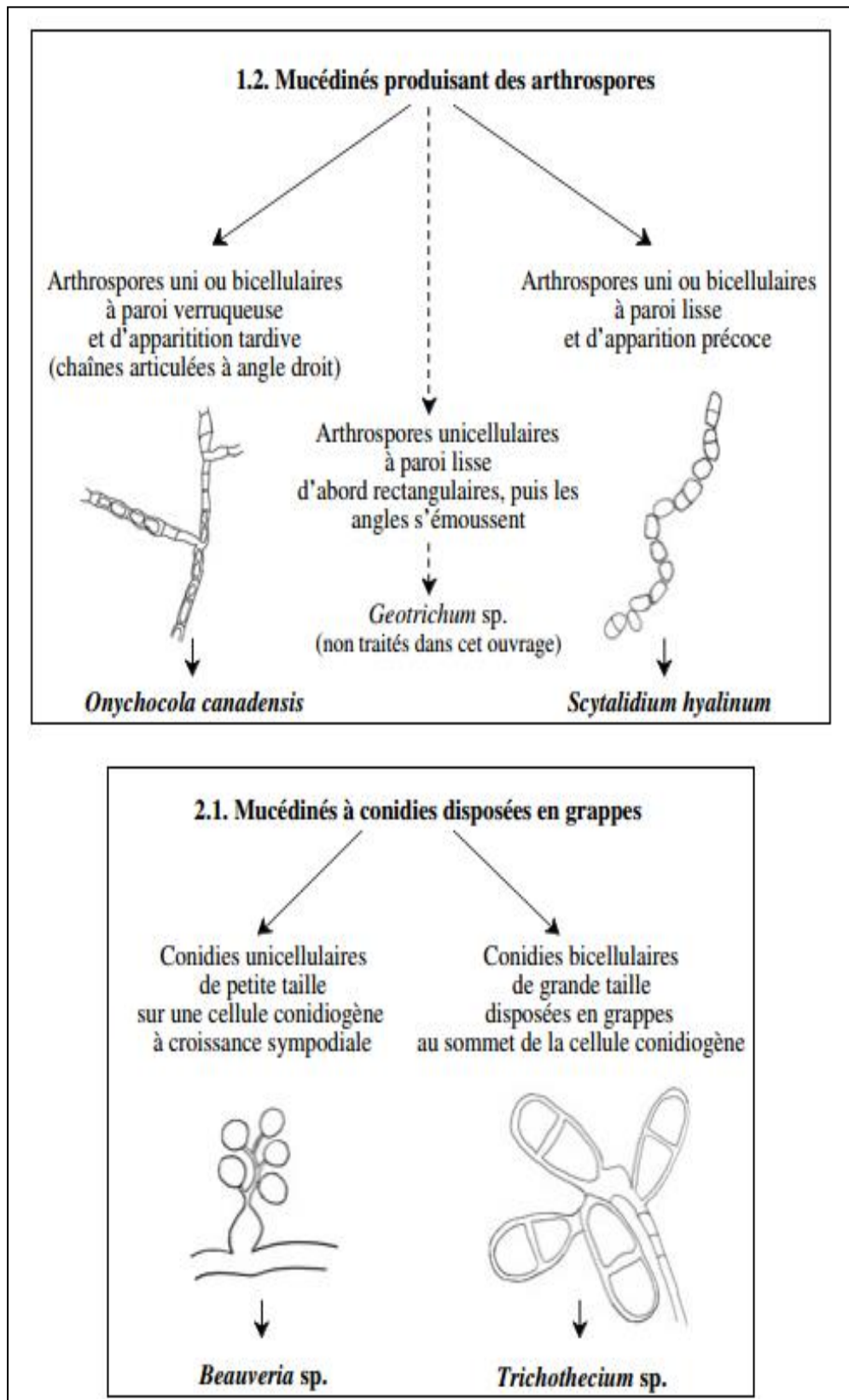


Figure (suite) 25:Clé d'identification des Mucédinés.

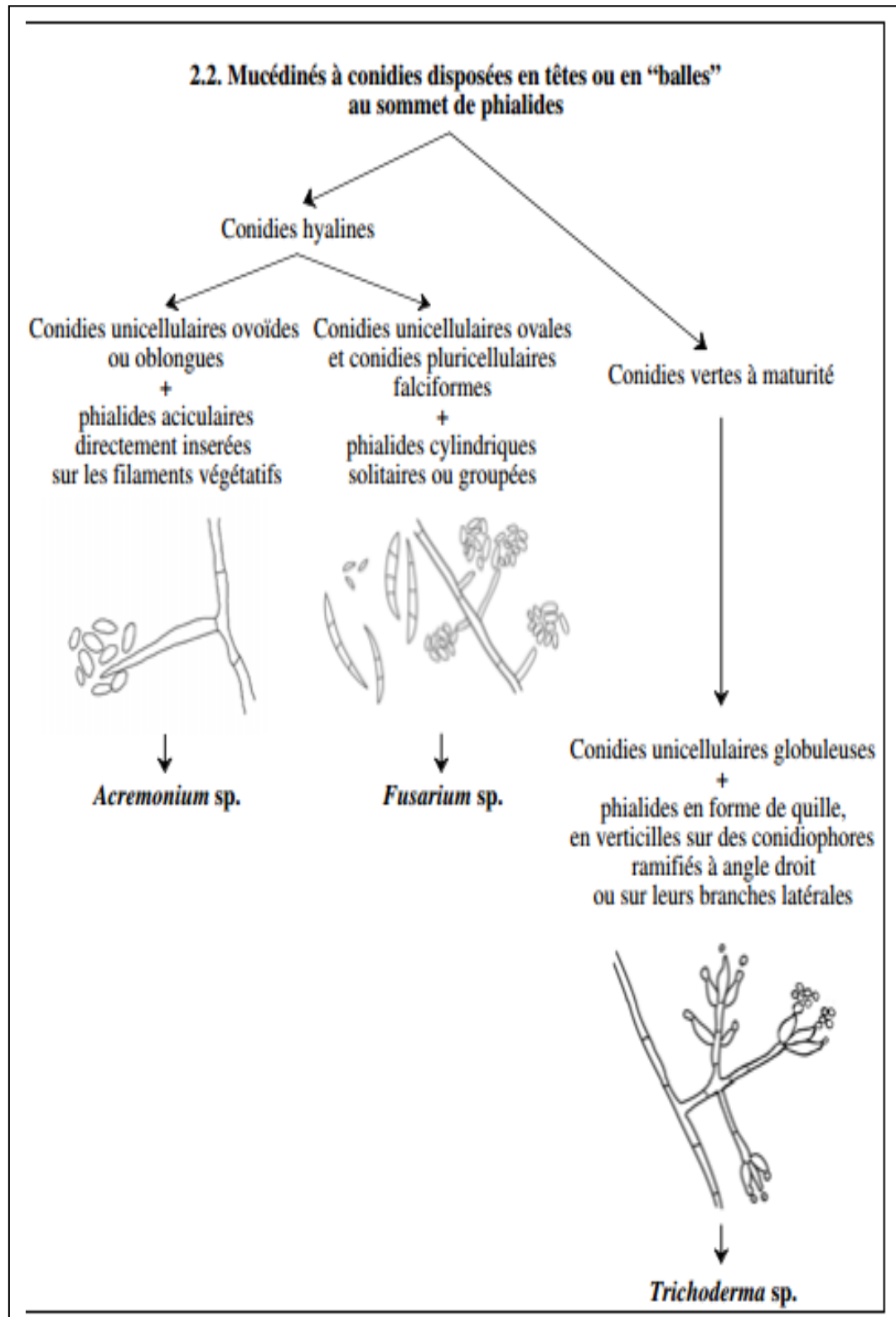


Figure (suite) 26:Clé d'identification des mucédinés.

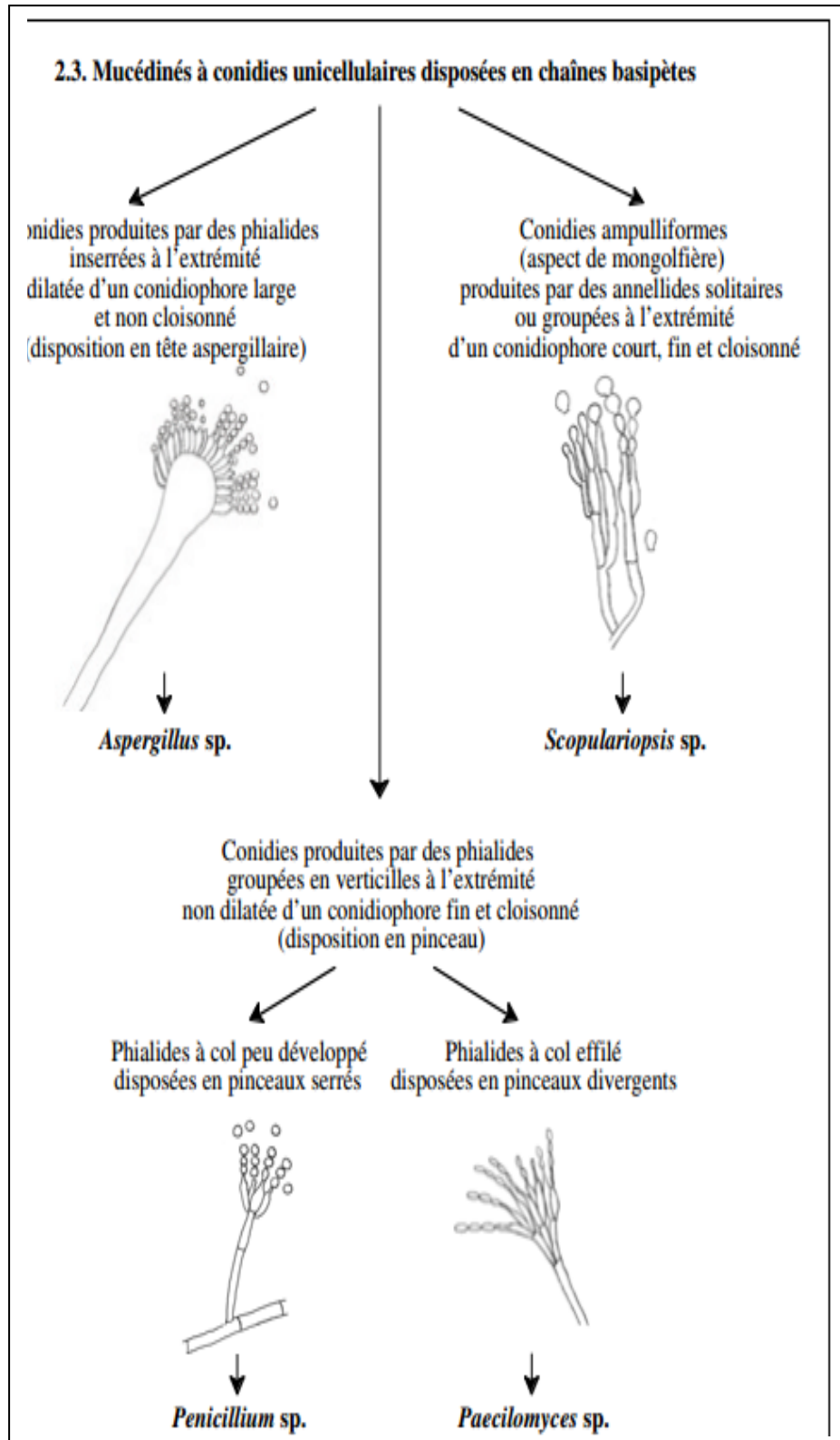


Figure (fin) 27:Clé d'identification des mucédinés.

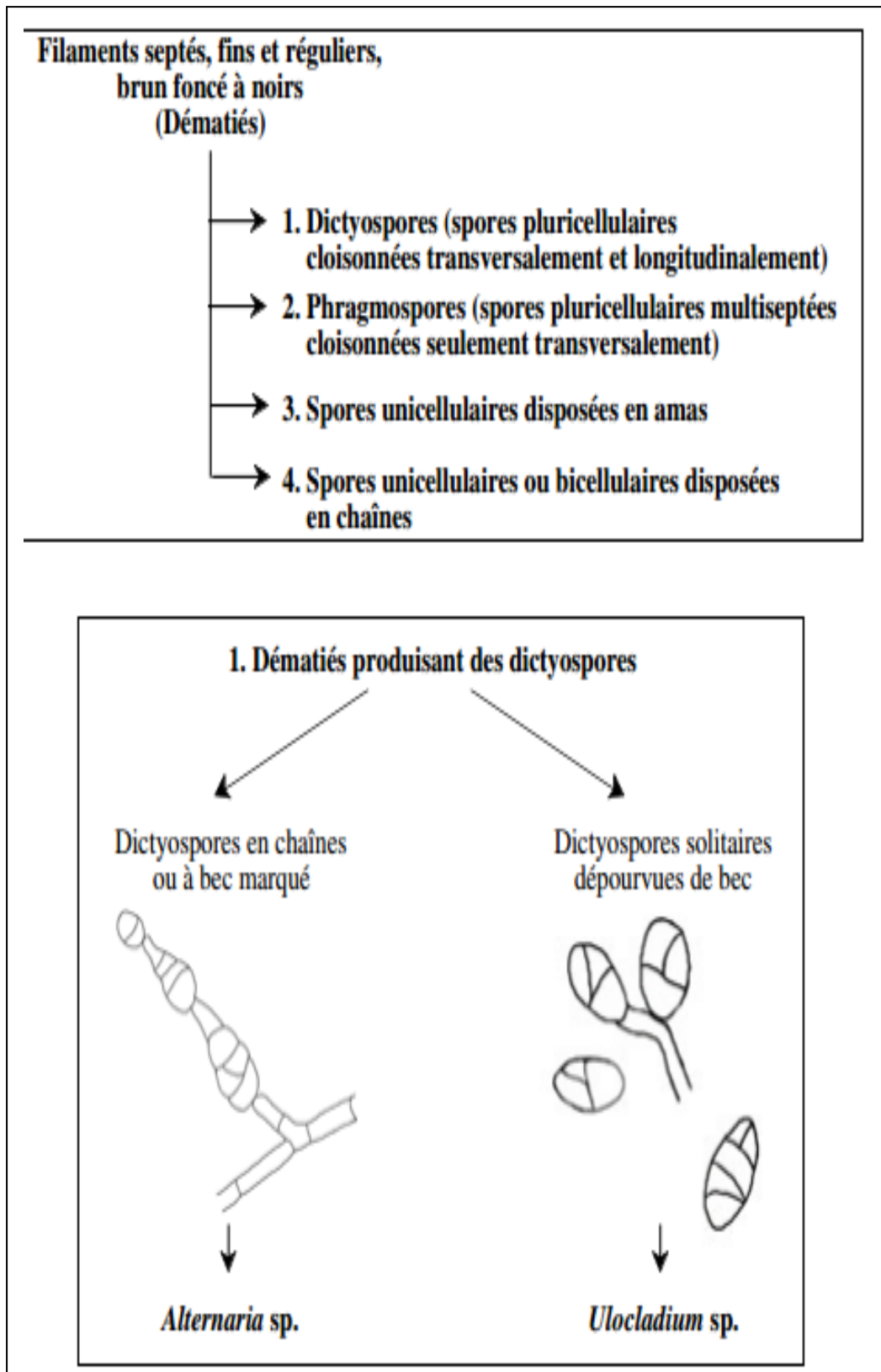


Figure 28:Clé d'identification des dématiées.

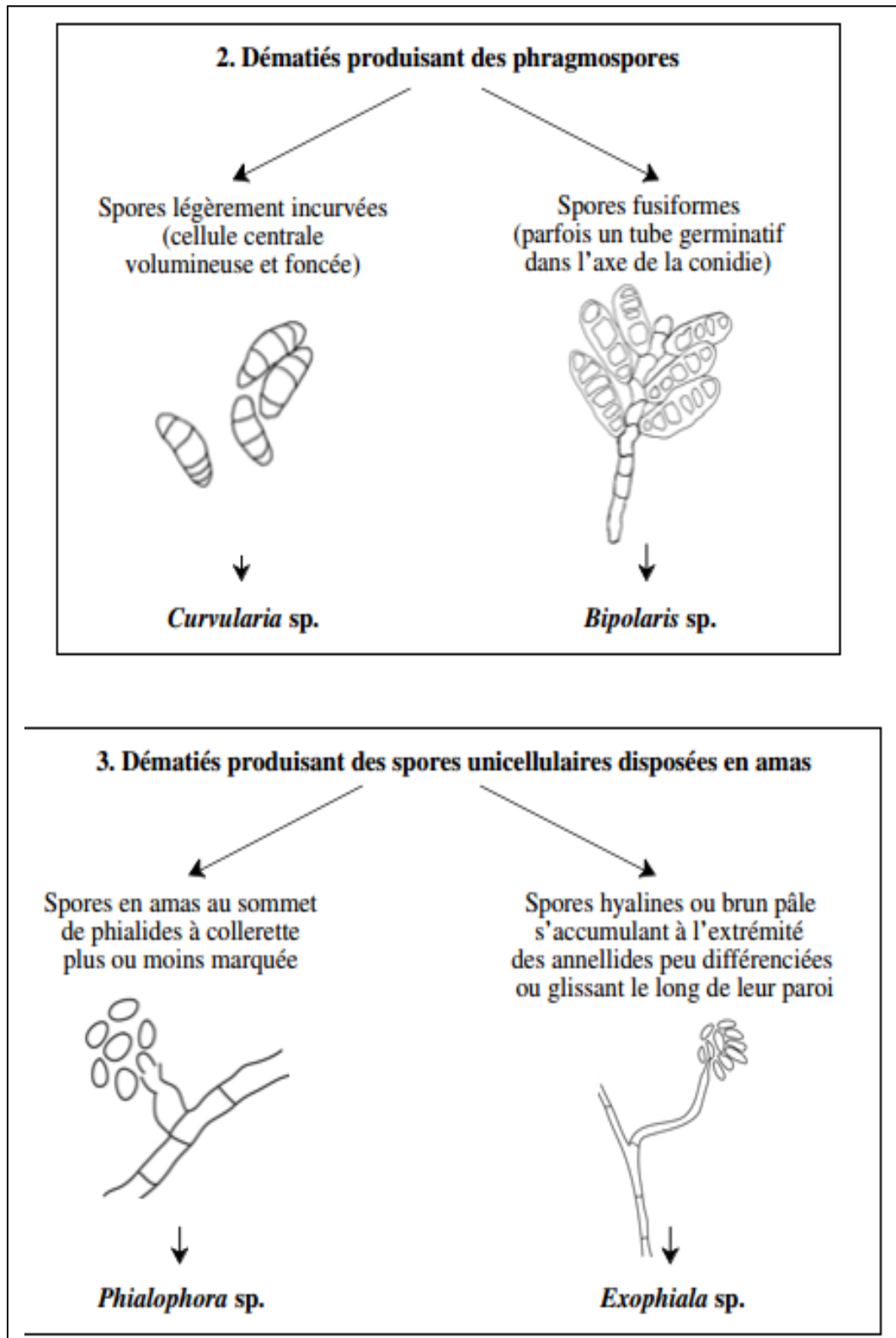


Figure (suite) 29:Clé d'identification des dématiées.

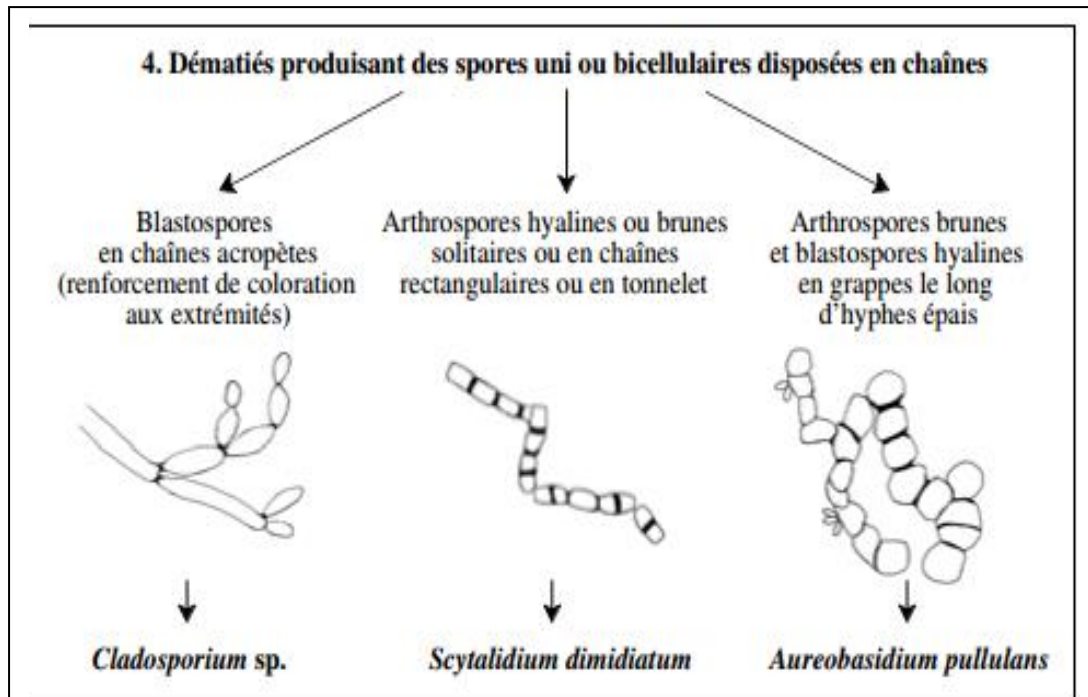


Figure 7 (fin) : Clé d'identification des Dématiés.

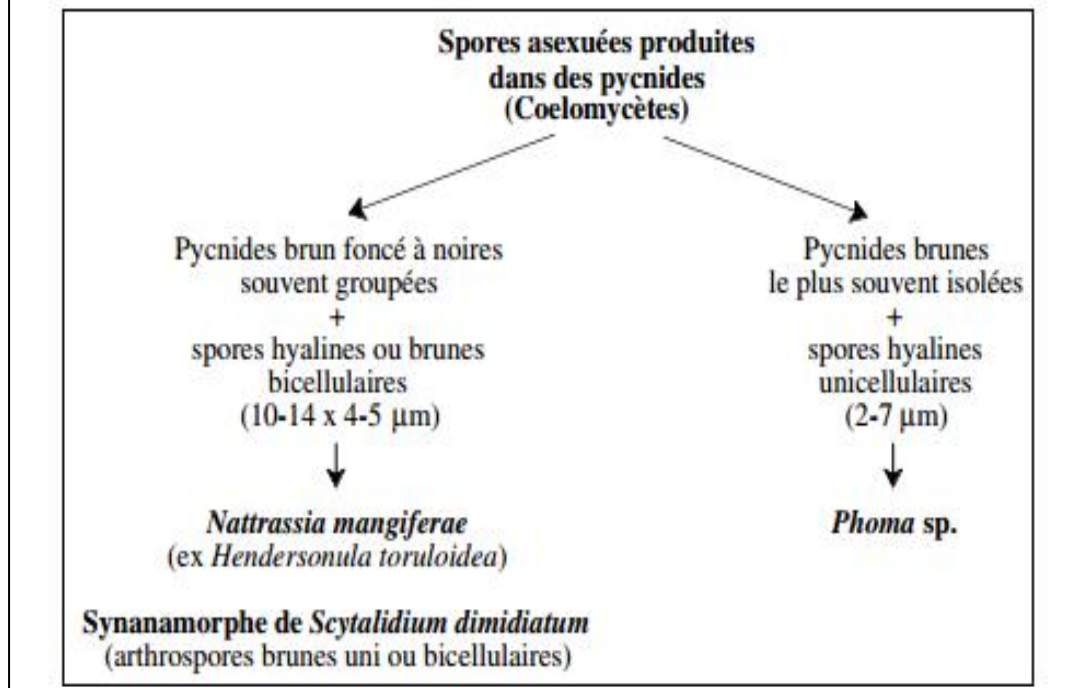


Figure 30: Clé d'identification des Coelomycètes

**3.2. La microphotographie :Chabasse, Bouchara, De Gentile, Brun, Cimon, Penn ,(2002)**

Nous avons procédé à des microphotographies en couleur pour confirmer nos résultats à l'aide d'un appareil photo spécial placé directement sur microscope optique et binoculaire sur les fragments de colonies fongiques ( Annexe.1).

**Tableau 2-Identification des genres et espèces de micromycètes par microscopie binoculaire et optique selon : Chabasse, Bouchara, De Gentile, Brun, Cimon, Penn ,(2002)-mycéliums et Kregr-Van Rij N.J. ,(1984)-levures.**

Caractéristiques Genres et especes	Colonies et Hyphe Aérien	Conidiophores et sporangiophores	Conidies et spores.
<i>Aspergillus</i> ( <i>Aspergillus sp</i> )	- Hyphes aériens Cloisonnés, perpendiculaires à la cellule de base. -portant une columelle cunéiforme	Perpendiculaire à la cellule de base.	Disposé en chaîne sur la columelle.
<i>Penicillium</i> ( <i>Penicillium sp</i> )	Hyphe aérien cloisonné Portant des phialides sous forme d'une tête de balai. -Il existe(04) sections -présence de cleistothésium.	-Non ramifiée sur les côtes cloisonnées.	-De forme elliptique ou arrondie de structure lisse ou rugueuse
<i>Rhodotorula</i> ( <i>Rhodotorulasp</i> )	Levures telluriques à colonies de couleur rose à rouge orangé, à surface lisse ou finement plissée	Levures ovoïdes, le plus souvent sans pseudomycélium	Génère souvent des téliospores
<i>Cladosporium</i> ( <i>Cladosporiumsp</i> )	- Hyphes aériens cloisonnés en surface ou sous le substrat.	- souvent ramifiée. - ou en chaîne	-De forme ovale.
<i>Mucor</i> ( <i>Mucor</i> sp)	-Colonies de couleur très variées. - d'aspect velouté.	-Les hyphes aériens sont très ramifiés -La membrane des hyphes est lisse. -Sporangiophores érectile portant à la tête un sporange -Columelle présente. -La paroi du sporange est hérissée par des aiguilles d'oxalate de calcium.	- Spores elliptiques ou sphériques avec une paroi lisse et épaisse.
<i>Rhizopus</i> ( <i>Rhizopus</i> sp)	-Colonies de couleur blanches au départ et de croissance très rapide. - Texture cotonneuse.	-Les hyphes larges non ou peu septes -Naissance des rhizoïdes et stolons a partir d'un même origine (nœud). -Sporocystes globuleux avec une columelle globuleuse ou cylindrique. -La columelle s'affaisse sur le sporocystophore (aspect en parapluie).	- Spores ovoïdes (chlamydo spores) , isolés ou disposés en chaînes.



**Chapitre III-Identification Des Micromycètes**

<p><b><i>Trichothécium</i></b> (<i>Trichothécium</i> <i>sp</i>)</p>	<p>Colonies à croissance rapide, de couleur blanches au départ devenant couleur saumon par la suite et sont de texture poudreuses ou granuleuses.</p>	<p>-Les hyphes sont septés et hyalins. -Conidiophores simples et non ramifiés , portant a leurs extrémités des conidies piriformes ou ellipsoïdales ,disposées en grappes.</p>	<p>-Conidies lisses et bicellulaires (une cloison transversale).</p>
<p><b><i>Trichosporon</i></b> (<i>Trichosporon</i><i>sp</i>)</p>	<p>-Colonielévurienne de poussée réduite, pousse sur Sabouraud avec et sans Actidione. -Colonie blanche, d'aspect farineux en surface, ayant une forme en dôme et des contours irréguliers.</p>	<p>-Présence de pseudomycélium et d'arthrospores en tonnelet ou cubiques, de taille moyenne (8 µm de long sur 5 µm de large). -Levures de forme variable souvent allongées. Pseudomycélium habituellement bien développé.</p>	<p>-Vrai mycelium -Arthrospores toujours présents.</p>
<p><b><i>Curvularia</i></b> (<i>Curvularia</i><i>sp</i>)</p>	<p>Colonies a croissance rapide, leur texture est laineuse de couleur blanche au départ puis brun olive et le verso est foncé.</p>	<p><b>-Les hyphes septes sont rapidement foncés, -Les conidiophores sont bruns simples ou ramifiés et geniculés a leurs extrémités.</b></p>	<p><b>-Conidies ou porospores brunes, pluricellulaires et légèrement incurvées.</b></p>

#### 4. Prélèvement des échantillons de sol

Les résultats de prélèvement des échantillons de sol sont résumés suivant :

##### 4.1. Pourcentage des espèces fongique observées

###### 4.1.1. Station 01

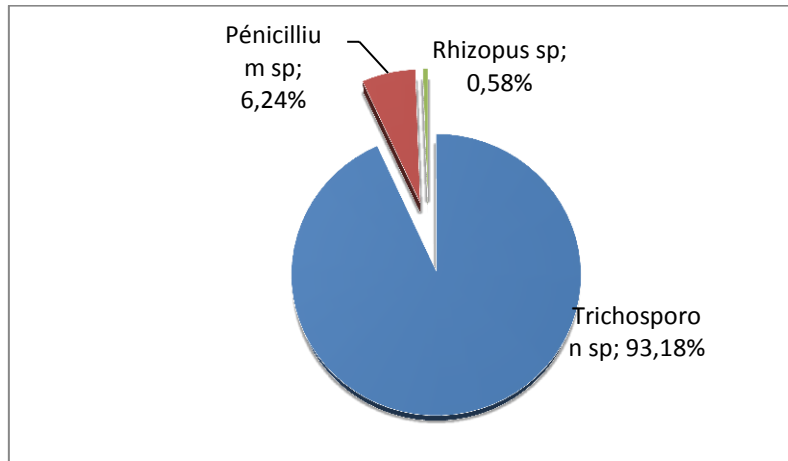


Figure 31 : pourcentage des espèces dans la station 01

Selon les résultats présentés à la figure, nous n'avons constaté que l'espèce : *Trichosporon sp.* est la plus dominante dans le sol de ce verger grâce à la texture argileuse du sol ainsi qu'aux facteurs bio-physicochimiques observés et qui ont une action stimulante sur la croissance de cette espèce de levure.

###### 4.1.2. Station 02

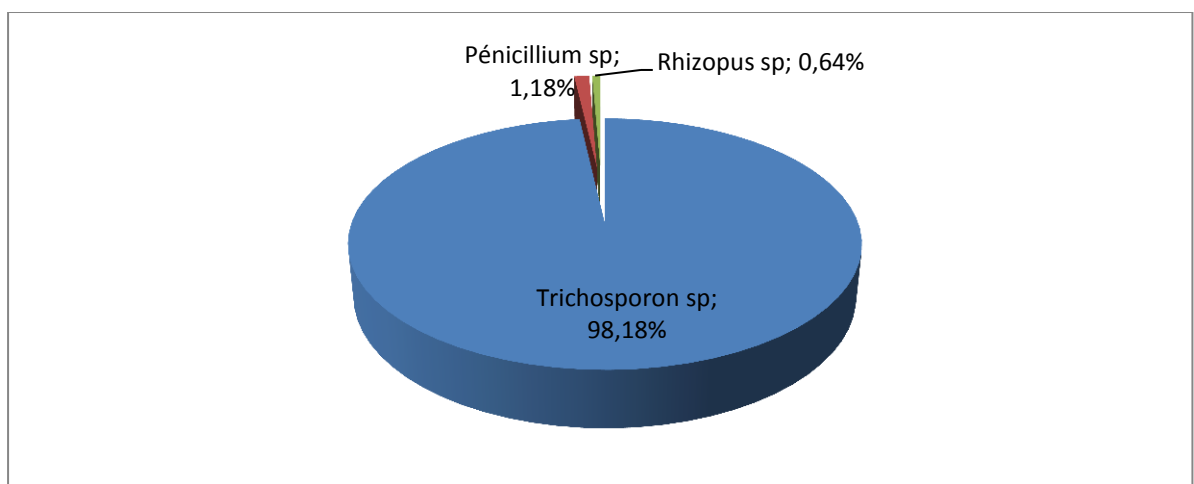
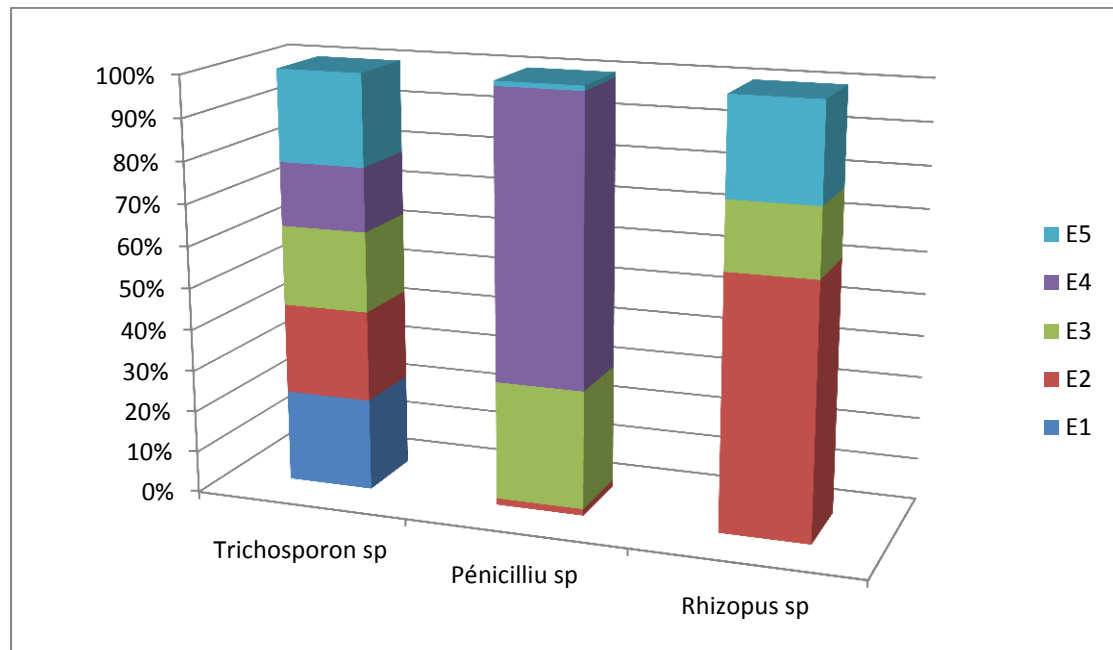


Figure 32: pourcentage des espèces dans la station 02

L'espèce *Trichosporon* sp est très dominante en quantité dans le verger de cette station puisque tous les paramètres étudiés au laboratoire de microbiologie sont convenables à cette espèce tellurique, elle est représentative de la biomasse fongique du sol dans cette station.

## 4.2. La variabilité quantitative et qualitative des micromycètes

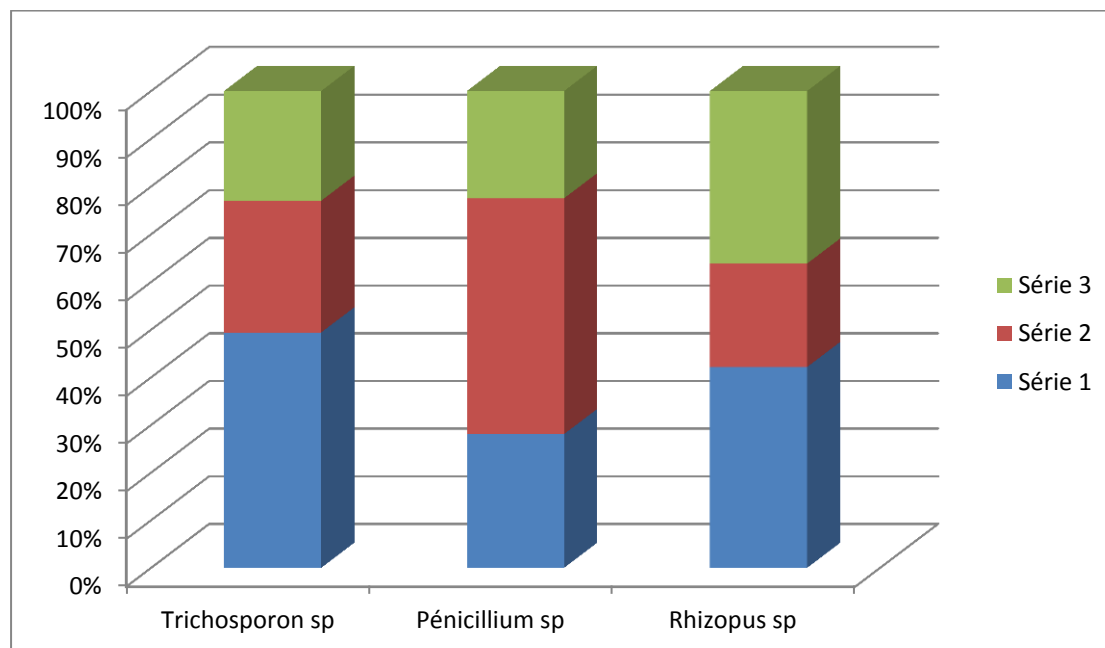
### 4.2.1. Station 01



**Figure 33 :** Variabilité quantitative et qualitative des micromycètes à la station 01

La figure nous montre que l'espèce *Penicillium* sp est très représentée au niveau de l'échantillon E4, d'un autre côté l'espèce *Rhizopus* sp est très dominante au niveau de l'échantillon E2 à cause des conditions édaphoclimatiques très favorables pour le développement de cette espèce.

#### 4.2.2. Station 02



**Figure 34:** Variabilité quantitative et qualitative à la station 02

#### 4-3.Corrélation des paramètres physico chimiques par rapport au développement des micromycètes (ACP).

##### 4.3.1. Etude descriptives des données pour les deux stations

Les écarts types pour les paramètres physico-chimiques des deux stations sont très significatives pour le pH, C.E et la T° qui sont respectivement : pH=0.169, CE= 0.088, T°= 0.111 ; Cependant nous pouvons constater que ces paramètres sont très représentatifs des facteurs édaphoclimatiques des sols des deux stations, ces facteurs influent énormément sur la croissance ou par défaut au ralentissement de la vie microbienne sous le sol, notre échantillonnage est réalisé au mois de Décembre et où la température est très basse.(annexe02)

### 4.3.2. Interprétation des données de l'ACP pour les deux stations (S1et S2)

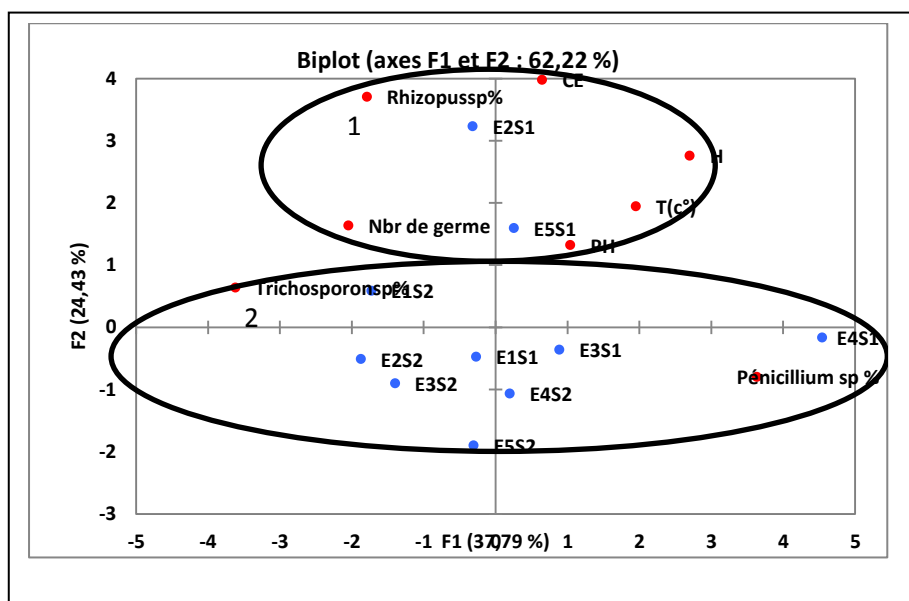


Figure 35 : Demi-plan des variables des deux stations

Les corrélations entre axes et variables sont de 62.22 % ce qui implique que les deux axes sont significatifs.

La figure, nous démontre l'apparition de deux regroupements de variables fortement corrélées par rapport aux deux axes et par rapport aux individus réalisés dans les deux stations de la région d'Ichemoul.

Les deux regroupements sont disposés parallèlement en spécifiant les différentes caractéristiques des variables et individus (échantillons), cependant le premier regroupement montre que l'espèce *Rhizopus sp* est la plus dominante qualitativement dans la station S1, cette espèce est influencé par le facteur température  $T^{\circ}$  surtout au niveau des échantillons E2 et E5, cette espèce est très hygrophile et peu halophile dans cette station. Par contre le deuxième regroupement comporte une dominance très claire des deux espèces *Penicillium sp* et *Trichosporon sp* car ces deux micromycètes sont très développés en nombre sous l'effet des factures physico chimiques du sol de la station S2.

L'espèce *Penicillium sp* dans la station S2 est apparu en fonction de l'absence de l'espèce antagoniste *Rhizopus* sp au niveau de l'individu E5, cependant l'abondance de espèces de *Trichosporon sp* est du à ses caractéristiques physico chimiques : hygrophiles et peu halophile, ces deux caractéristiques sont typiques pour la majorité des levures du sol cette espèce est très utile pour la fertilisation naturelle du sol de cette station (S2).

## **Conclusion générale**

L'analyse microbiologiques et physico-chimiques du sol réalisée au niveau des deux stations nous a révélé les constatations suivantes : l'espèce : *Trichosporon sp* est la plus dominante dans le sol du verger de la station 1 (S1) grâce à la texture argileuse du sol ainsi qu'aux facteurs bio-physico-chimiques observés et qui ont une action favorisante pour la croissance et la répartition de cette espèce de levure.

La station 2 (S2) montre que l'espèce *Trichosporon sp* est très dominante en quantité dans le verger de cette station puisque tous les paramètres étudiés au laboratoire de microbiologie sont convenables à cette espèce tellurique, elle est représentative de la biomasse fongique du sol dans cette station.

Au niveau de la station 1 l'espèce *Penicillium sp* est très dominante en nombre au sein de l'échantillon E4 du sol de ce verger puisque elle a trouvé les conditions physico-chimiques adéquates pour sa croissance, cependant cette espèce est l'agent causal de différentes pathologies du pommier dans cette région montagneuse des Aurès.

Les résultats des analyses à la station S2, nous montrent que l'espèce : *Penicillium sp* est la plus nombreuse au niveau de cette station (S2), elle pourrait être endémique et adaptée aux conditions édaphoclimatiques de ce sol limono-argileux situé à haute altitude.

Les écarts types des paramètres physico-chimiques des deux stations sont très significatives pour le pH, C.E et la T° qui sont respectivement : pH=0.169, CE= 0.088, T°= 0.111 ; Cependant nous pouvons constater que ces paramètres sont très représentatifs des facteurs édaphoclimatiques des sols des deux stations, ces facteurs influent considérablement sur la croissance ou par défaut au ralentissement de la vie microbienne sous le milieu tellurique, notre échantillonnage est réalisé au mois de Décembre et où la température est très basse pendant cette saison hivernale.

L'analyse en composante principale nous a divulgué que l'espèce : *Rhizopus sp* est la plus dominante qualitativement dans la station S1 de la région d'Ichemoul, cette espèce est influencée par le facteur température T° surtout au niveau des échantillons E2 et E5, cette espèce est très hygrophile et peu halophile dans cette station. Par contre il est signalé une dominance très claire des deux espèces *Penicillium sp* et *Trichosporon sp* car ces deux micromycètes sont très développés en nombre sous l'effet des facteurs physico-chimiques convenables du sol de la station S2.

L'espèce *Penicillium sp* ( espèce pathogène des pommiers des Aurès) dans la station S2 est présente en fonction de l'absence de l'espèce antagoniste probable *Rhizopus sp* au niveau de l'échantillon de sol E5, cependant l'abondance de l'espèce *Trichosporon sp* est due peut-être à ses paramètres physico-chimiques : hygrophiles et peu halophile, ces deux caractéristiques sont typiques pour la majorité des levures du sol, cependant cette espèce est très utile pour la fertilisation naturelle du sol de cette station (S2).

L'espèce du genre : *Penicillium sp* n'est pas vraiment endémique mais qui pourrait être intruse par les transporteurs naturels des microorganismes tels que : les vents les insectes et les oiseaux.

L'étude nous a montré une biomasse fongique peu variée dans ces sols montagneux , cette faible diversité est due peut être à la haute altitude les facteurs du climat montagnard.

1. **A.N.A.T , 2009-** Etude, schéma directeur des ressources en eau, wilaya de Biskra.
2. **A.N.A.T., 2015** – Les données climatiques de la station Météorologique de Biskra pour une période s'étalant de 2005 à 2015.
3. **Amrani F. et Benallel L., (2008),** Isolement des actinomycètes à partir des sols contaminés par les hydrocarbures dans la région de Hassi-messaoud., Mémoire de fin d'étude supérieure en biologie., Université de Kasdi Marbah., Ouargla (Alger). p:57  
Annales des épiphytes. 19
4. **Anonyme., 2003-** Rapport de synthèse. Direction des ressources en eau. Agense nationale d'aménagement des territoires, wilaya de Biskra. 65p.
5. **Anonyme., 2005** – la monographie de la wilaya de Biskra. Direction d'aménagement du territoire et de planification. 7p.
6. **Bachar M.F.,2005** -Contribution à l'évaluation de la biomasse fongique dans quelques stations de la région d'Ouargla. Mémoire de magister, université d'Ouargla. p :18.
7. **Benmessaoud N.,2010** – Biodiversité fongique du sable de quatre plages (Beau Séjour, Eden, Les Andalouses et Madaghri) du littoral ouest algérien. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister, Université D'Oran, p 05.
8. **Bennet J.W.,2005-**Fungi experimental in biology.
9. **Bernard B., (1997)-** Dictionnaire: plants et champignons. ESTM, Paris.
10. **Bernard B., (1997),** Dictionnaire: plants et champignons, ESTM, Paris. p: 513.
11. **BLACKWELL M., VILGALYS R., TAYLOR J.W. (1998),** Fungi, Eumycota., In The Tree of Life., D.R. Maddison and W.P. Maddison editor, University of Arizona.
12. **Botton B., Breton A., Fevre M., Guy PH Larpent J.P et Veau P, 1990-** Moisissures utiles et nuisible : importance industrielle. 2<sup>ème</sup>ed Masson.
13. **Botton B., Breton A., Fevre M., Guy Ph Larpent J.P et Veau P, 1985-** Moisissures utiles et nuisible : importance industrielle. 1<sup>ère</sup>ed. Masson.
14. **Boutouil S., 2009** - Contribution à l'évaluation de la biomasse fongique du sol dans deux stations de la région de M'ziraa. Mémoire de magister., Université Mohamed Khider., Biskra (Alger)., 88p.

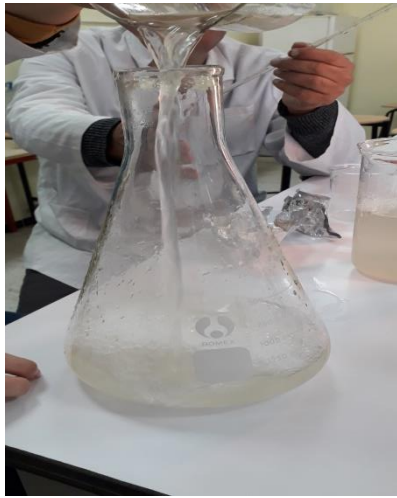


15. **Chabasse D., (2007).** Les moisissures «origine épidémiologie, biologie et conséquences».Service de Parasitologie-Mycologie CHU Angers UPRES-EA 3142 . p:20.
16. **Chabasse D., (2007).** Les moisissures «origine épidémiologie, biologie et conséquences».Service de Parasitologie-Mycologie CHU Angers UPRES-EA 3142 . p:20.
17. **Chabasse D., (2008).**Classification des champignons d'intérêt médical. EncyclMédChir (Editions scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Maladies infectieuses, 8-088-B-10, 9p.
18. **Chabasse D., Bouchara J.P., De Gentile L., Brun S., Cimon B., Penn P. ,2002.** Les moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation n° 25, Bioforma. 159p.
19. **Chabasse D., et al. (2002).** Les moisissures d'intérêts.Edition Bioformat.Paris . pp:11-16.
20. **Chabbi.Z et Bennaoui.H; 2017,**étude d'une retenue collinaire a bir bled zerroug commune d'el djeddar w.de Batna, université Badji mokhtar-Annaba, p03
21. **Davet P. & Rouxel F., (1997)** - Détection et isolement des champignons du sol,INRA., Paris. p: 13.
22. **Davet P., 1996-** Vie microbienne du sol et production végétale, INRA, Paris.
23. **De Wayne C., Torgeson N., 1967-**Fongicides, and advanced treatise. VOL.I, ACADEMIS PRESS- N.Y and LONDON. p:697.
24. **Dedet J.P., 2007** - La microbiologie dès ses origines aux maladies émergentes, Dunod.,Paris. p: 262.
25. **Dommergues Y., Mangenot F.,1970-** Ecologie microbienne du sol. Edit. PARIS.
26. **Gilman J.C., 1957-** A manual of soil fungi. Iowa–State–Univers–Press. pp:450.
27. **Google earth ., 2016-**Carte satellitaire de la Wilaya de Biskra.
28. **Guezlane-Tebibel N.,Kahlouche B.,Athmani-Guemouri S.,2011-** Microbiologie-Travaux pratiques- 2 eme édition .OPU ,Alger 140 p.
29. **J.J., Vayssier Y., Veau P., (1990),** Moisissures utiles et nuis les, Importance industrielleEd. Masson, Paris .
30. **Jean-Claude R., El Maarouf-Bouteau H., François B., 2008.,** Atlas biologievégétale, Organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons, 7e édition., Paris. 136 p.

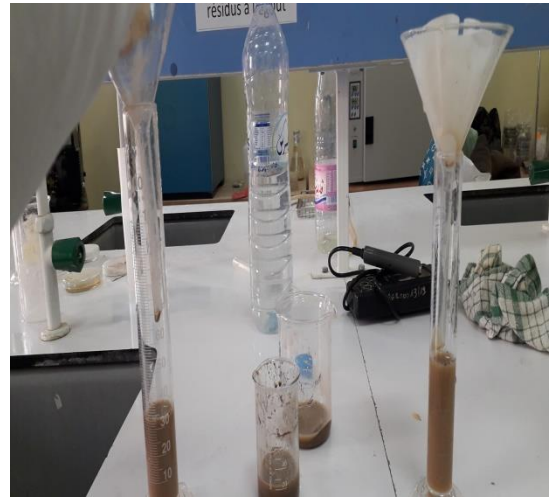
- 31. Johns W., 2002-** Pratique clinique en bactériologie., mycologie et parasitologie., Flammarion médecine sciences., Paris. p: 221.
- 32. Kachour L., 2004-** Identification des moisissures isolées à partir des eaux du lac Oubeira (PNEK) et impact des eaux usées sur leur diversité. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Microbiologie. Université Badji Mokhtar- Annaba. p: 260.
- 33. Katz D.M. et al., 1978-** Recommandation pour le contrôle et suivi de terre irriguée. EDIT.I.R.M.V.(VNIIGIM).223 p.
- 34. Laamari. M., Jouselin. E., et Coeur D'acier. A., 2010** -Assessment of aphid diversity(Hemiptera: Aphididae) in Algeria: à fourteen-year investigation. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 62 . pp:73-87.
- 35. Labiod.F et Chaibras.S,2015;** Isolement, identification et activité antibactérienne des moisissures d'un sol forestier à Constantine; université des frères Mentouri Constantine p:01
- 36. Langeron M., Van Breuseghem R.,1952-** Précis de mycologie «mycologie générale», humaine et animale – techniques – Edit. Masson et Cie. p : 703.
- 37. Laporte L.J., 1947-** Ce qu'il faut savoir du monde microscopique (Méthodes de récolte, d'examen et de préparation, éléments de microphotographie). Paul Lechevalier , Editeur. 314 p.
- 38. Leclere H., Guillard JL., Simonet M., 1994-** microbiologie générale, la bactérie et le monde bactérien. Edit doin, paris. p:22.
- 39. Lee J., Y. et Hwang B. K., 2002.** Diversity of antifungal actinomycetes in various vegetative soils of Korea., Microbial., Canada. pp: 407-417.
- 40. Lemaitre C., Pébère N. & Festy D., 1998** -Biodétérioration des matériaux., EDP science., France. pp: 56-66.
- 41. Leyral G. et Vierling E., 2007-** Microbiologie et toxicologie des aliments., Doin., France. p:15.
- 42. Marie A., Leclerc J. M., King N., Bélanger M., Legris M. et Frenette Y., 2002-** Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur., Institut national de santé publique du Québec., Canada. pp: 3-9.
- 43. Marie M., 1997-** Les moisissures: nature., biologie et contamination., Muséum National d'Histoire Naturelle., Paris. pp:1-12.

- 44. Mehaoua M.**-Abundance saisonniere de la pyrale des dattes (*Ectomyois ceratoniae* Zeller,1983), bioécologie comportement et éssaies de lutte.These de doctorat.Ins.,Agro.Univ.Biskra. 125 p
- 45. Mutin. L., 1977** – La Mitidja, Décolonisation et espace géographique. Ed. off. Pub. Univ., Alger. 607 p.
- 46. Niklin J., Greame CK., Paget T., Kllignton R., 1999-** L'essentiel en microbiologie. Edit berti, paris . pp:10-17.
- 47. Ozenda. P., 1983** - Flore de sahara. Ed.CNRS. Paris. 622p.
- 48. Ozenda. P., 1991** - Flore et végétation du Sahara, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- 49. Pauwels J.M., Verloo M. &Mvondo Z., 1992.**, Manuel de laboratoire de Pédologie., Administration générale de la coopération au développement., Bruxelles. pp. 317-450.
- 50. Plotkin M.,2000**– Les médicaments du futur sont dans la nature.,Ferst–éditions., pp: 66–93.
- 51. Pochon J., 1954**–Manuel technique d'analyse microbiologiques du sol- Edit.Masson et Cie. p:123. Pp : 7,10. pp: 52-53.
- 52. Rapilly F., 1968**–La technique de mycologie en pathologie végétale.
- 53. Shapton D. A. et Gould G.W., 1969-** Isolation Methods for microbiologists.,Academicpress London and New York., New York p: 178.
- 54. Sutton D.A., Fothergill A.W., Rinaldi M.G., 1998** - Guide to clinicallysignificantfungi, Baltimore, Williams and Willkins.
- 55. Swatek F.R.,1970**–Mycopathologyand mycologyapplicate. Série N°=41.pp:3-12.

## Annexe 01 : Matériel utilisé pour l'analyse de sol



**Figure 01** :Erlen (original)



**Figure 02** : Epruvette (original)



**Figure 03** : Bicher (original)



**Figure 04** : pipette pasteur (original)



**Figure 05** : Tube (original)



**Figure 06** : Boite pétri (original)



**Figure 07** : Agitateur (original)



**Figure 08** : Bec benzène (original)



**Figure 10** : Compteur des colonies  
(original)



**Figure 11** : Microscope optique  
(original)



**Figure 12** : balance (original)



**Figure 13** : mortier (original)



**Figure 14** : conductivité-  
mètre (original)



**Figure 15** : pH mètre (original)



**Figure 16** : thermomètre du sol  
(original)

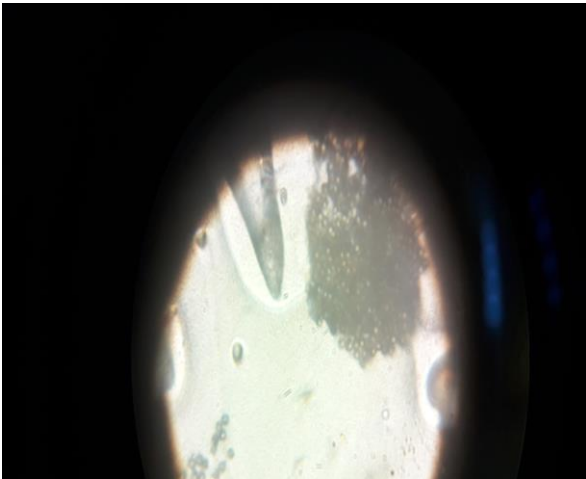




**Figure 21** : *Rhisopus* sp (original)



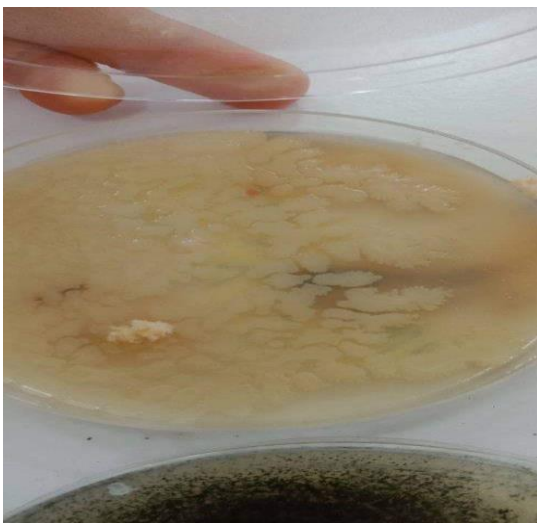
**Figure 22** : *Penicillium* sp (original)



**Figure 23** : *Penicillium* sp (original)



**Figure 24** : *Penicillium* sp (original)



**Figure 25** : *Trichosporon* sp (original)



**Figure 26** : *Trichosporon* sp (original)





**Figure 27 :** *Trichosporon sp*  
(original)

**Annexes .2- Contribution des paramètres biotiques et abiotiques sur l'évolution des exploitations aux stations d'étude après enquête agronomique**

**Tableau 1-**Contribution des paramètres biotique et abiotiques sur l'évolution des micromycètes à la station 01

Echantillon	Nbr de germe *10 <sup>3</sup>	PH	T(c°)	CE	H %	<i>Trichosporon</i> sp %	<i>Penicillium</i> sp %	<i>Rhizopus</i> sp%
E1	120.66	7.49	0.2	0.27	27.39	100	0	0
E2	93.33	7.50	0.1	0.39	32.47	97.86	0.71	1.43
E3	87.99	7.51	0	0.30	28.80	86.74	12.88	0.38
E4	29.99	7.50	0.2	0.33	32.57	68.89	31.11	0
E5	61.66	7.48	0.2	0.37	29.45	98.92	0.54	0.54
<b>moyenne</b>	<b>78.73</b>	<b>7.50</b>	<b>0.14</b>	<b>0.33</b>	<b>30.14</b>	<b>90.48</b>	<b>9.05</b>	<b>0.45</b>

**Tableau 2-**Contribution des paramètres biotique et abiotiques sur l'évolution des micromycètes à la station 02

Echantillon	Nbr de germe *10 <sup>3</sup>	PH	T(c°)	CE	H %	<i>Trichosporon</i> sp %	<i>Penicillium</i> sp %	<i>Rhizopus</i> sp%
E1	167.32	7.52	0.1	0.30	17.97	99.14	0	0.86
E2	118	7.45	0	0.32	21.01	99.43	0	0.57
E3	42.99	7.49	0	0.30	17.19	98.45	0.78	0.78
E4	30.99	7.50	0.1	0.31	21.05	95.92	4.08	0
E5	31.66	7.47	0	0.30	21.11	94.95	5.05	0
<b>moyenne</b>	<b>78.19</b>	<b>7.49</b>	<b>0.04</b>	<b>0.31</b>	<b>19.67</b>	<b>97.58</b>	<b>1.98</b>	<b>0.44</b>