

# Introduction à l'étude des Hyphomycètes du Maroc oriental.

Hassan CHERGUI

الحسن شرقي

## ملخص

مدخل لدراسة الفطريات المائية بالمغرب الشرقي. تم تجميع 15 نوعا من الفطريات المائية من جهات متباينة في الأحواض الهيدروغرافية بالمغرب الشرقي (ملوية السفلى)، وذلك انطلاقا من عينات من الزبد ومن أوراق نباتية وحطام الأشجار المتعفن. ويقدم هذا العرض وصفا وجيزا للقاحها وكذا بعض المعطيات حول توزيعها.

## RESUME

Un total de 15 espèces d'Hyphomycètes aquatiques a été récolté dans les différentes parties du réseau de la basse Moulouya au Maroc oriental, dans des prélèvements d'écume et sur des feuilles mortes et des débris de bois en décomposition dans l'eau. Nous donnons ici une description sommaire de leurs spores et quelques éléments sur leur répartition.

## ABSTRACT

Introduction to study of Hyphomycetes from eastern Morocco. Fifteen species of aquatic Hyphomycetes was collected in the different parts of the system of the lower Moulouya in eastern Morocco, from foam samples and on submerged decaying leaves and wood debris. A short description of their spores and some data on their distribution are given.

## INTRODUCTION

### LES PRINCIPALES FORMES FONGIQUES DANS L'EAU

Dans les habitats aquatiques, on distingue généralement, outre les Phycomycètes, deux groupes de champignons parmi les Eumycètes : les Hyphomycètes aquatiques ou champignons Ingoldiens (référence à Ingold qui a été le premier à avoir étudié ce groupe en 1942) et les champignons aéroaquatiques. Il s'agit là de deux groupes dont la biologie est différente. Les Hyphomycètes aquatiques sont des "champignons imparfaits" qui ne présentent pas de formes de reproduction sexuée connue. Il ne s'agit donc pas d'un groupement naturel, mais d'un ensemble très artificiel de champignons appartenant à des classes variées. Ces champignons Ingoldiens sont très abondants dans les eaux courantes et les lacs bien oxygénés. Ils se développent le plus souvent sur les feuilles mortes, sur les tiges et les racines aquatiques, en formant des conidies sigmoïdes ou le plus souvent branchées et tétraédriques. D'autres espèces peuvent se développer sur les roseaux et les rhizomes des macrophytes aquatiques (*Phragmites*, *Carex*... etc). Ce dernier groupe est considéré comme renfermant des espèces aquatiques mais certaines ne le sont pas

et peuvent se rencontrer en milieu terrestre (BANDONI, 1972; PARK, 1974 a et b, SANDERS & WEBSTER, 1978). On montre de plus en plus que ces espèces ne sont que les stades anamorphes de divers genres d'Ascomycètes ou de Basidiomycètes.

### IMPORTANCE DES HYPHOMYCETES DANS LE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES AQUATIQUES

Durant les quinze dernières années, il a été reconnu que les champignons aquatiques jouent un rôle intermédiaire vital dans le flux énergétique des écosystèmes aquatiques (HERING, 1965; KAUSHIK & HYNES, 1971; BÄRLOCHER & KENDRICK, 1973 a et b, 1974, 1975 a et b, 1981; BÄRLOCHER & al., 1978 a et b; WILLOUGHBY & ARCHER, 1973; BERRIE, 1976; WEBSTER & DESCALE, 1981; CHERGUI, 1990; CHERGUI & PATTEE, 1988 c, sous presse).

Bien que les apports de matière organique végétale du milieu terrestre contribuent pour une part très importante dans le budget énergétique total des systèmes aquatiques (CHERGUI, 1988, 1989, CHERGUI & PATTEE, 1990; CHERGUI & PATTEE, sous presse), leur valeur nutritionnelle reste

cependant assez faible. A titre d'exemple, les feuilles contiennent 35 à 95 % de cellulose et de lignine. Elles sont protégées par des tanins, polyphénols et parfois même des substances toxiques qui diminuent leur qualité gustative et les possibilités de leur digestion par la faune benthique. Il est fortement probable que ces systèmes de défense chimique contre les herbivores persistent même après la chute des feuilles.

Une fois dans l'eau, les composantes solubles des débris végétaux sont rapidement lessivées (CHERGUI & PATTEE, 1988 a) et la fraction insoluble restante, constituée essentiellement par la cellulose et la lignine, demeure en grande partie inutilisée par les invertébrés aquatiques, qui sont dépourvus de systèmes enzymatiques appropriés. Par contre, un grand nombre de bactéries et de champignons peuvent dégrader et utiliser la cellulose pour augmenter leur propre biomasse (BÄRLOCHER & KENDRICK, 1974; FENCHEL & HARRISON, 1976; HIGHLEY, 1980; CHRAPKOWSKA, 1984; HILDREW & al., 1984; CHERGUI & PATTEE, sous presse), même si beaucoup d'entre eux deviennent inactifs quand une grande quantité de lignine est aussi présente.

Le contenu protéique des débris végétaux, en particulier les feuilles mortes, parvenus dans l'eau diminue pendant quelques jours, mais après une ou deux semaines, en fonction de la température, il augmente rapidement. Dans des expériences au laboratoire où des feuilles ont été immergées dans une eau enrichie avec des nitrates et des phosphates, l'addition d'antibiotiques (antifongiques et antibactériens) limite cette augmentation par rapport à celle de témoins (HYNES & KAUSHIK, 1969; KAUSHIK & HYNES, 1971). Il a ainsi été conclu que l'augmentation du contenu protéique des feuilles est liée au développement des microorganismes qui leur sont associés (DE LA CRUZ, 1975; DE LA CRUZ & GABRIEL, 1974; HARRISON & MANN, 1975; HODKINSON, 1975; MASON & BRYANT, 1975; PARK, 1976). On appelle conditionnement cette modification et surtout cette augmentation du contenu azoté et protéique des feuilles colonisées, qui deviennent ainsi plus attractives pour les invertébrés aquatiques. Des études comparatives de l'action simultanée des champignons et des bactéries sur la perte du poids des feuilles et leur conditionnement (KAUSHIK & HYNES, 1968, 1971; TRISKA & al., 1975; PATTEE & al., 1986) ont montré que la composante fongique joue le rôle le plus important. Les populations fongiques qui se développent au dépens du carbone présent dans les tissus des feuilles peuvent absorber l'azote inorganique présent dans

l'eau (sous forme de  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) et le transformer en protéines microbiennes (AUSMUS & al., 1976; PARK, 1976; TENORE & al., 1979; LEE & al., 1980).

Non seulement les populations microbiennes jouent un rôle dans le conditionnement des feuilles, mais, en plus, grâce à leurs enzymes, elles causent un ramollissement des tissus, les rendant encore plus attractifs et plus nutritifs pour les invertébrés aquatiques (SUBERKROPP & KLUG, 1976; ROSSI & FANO, 1979). BÄRLOCHER & KENDRICK, (1975 a) ont montré que lorsque *Gammarus pseudolimnaeus* se nourrissait sur des feuilles non conditionnées, 10% du poids sec, 14 à 18 % des protéines et 17 à 19% de l'énergie du matériel ingéré sont assimilés. Si on remplace les feuilles par des cultures des champignons habituellement rencontrés sur ce substrat en décomposition, l'assimilation est de 42,6 à 75,6 % du poids sec, 73,3 à 96,4 % des protéines et 67,9 à 83,2 % de l'énergie du matériel ingéré. Ainsi, la base de la sélection des feuilles comme source de nourriture par les invertébrés aquatiques est bien liée à leur degré de colonisation par les champignons. Ces résultats et la préférence des organismes benthiques pour les feuilles présentant un développement microbien très riche (CHERGUI & PATTEE, 1988 b, sous presse), montrent clairement que la flore fongique joue un rôle capital dans la transformation de la plus grande partie de l'énergie disponible dans les feuilles en une forme plus acceptable et plus digestible par les invertébrés aquatiques.

Nos investigations mycologiques reportées ci-après s'inscrivent dans le cadre de l'examen des interactions entre matière organique, microorganismes et invertébrés durant la décomposition de la matière organique végétale dans l'eau. Ici, nous tenterons d'identifier et de caractériser les principales espèces d'Hyphomycètes aquatiques rencontrées dans les différentes parties du Zeghzal en utilisant des données recueillies à partir de différentes méthodes.

## MATERIEL ET METHODES

### STATIONS D'ETUDE

L'Oued Zeghzal est situé à l'extrémité nord-est du Maroc. Il est formé de trois branches qui convergent à 11 km en amont de Berkane (fig. 1). L'ensemble draine une superficie de 132 km<sup>2</sup>, appartenant au grand bassin versant de la Moulouya. La vallée du Zeghzal est constituée de deux zones

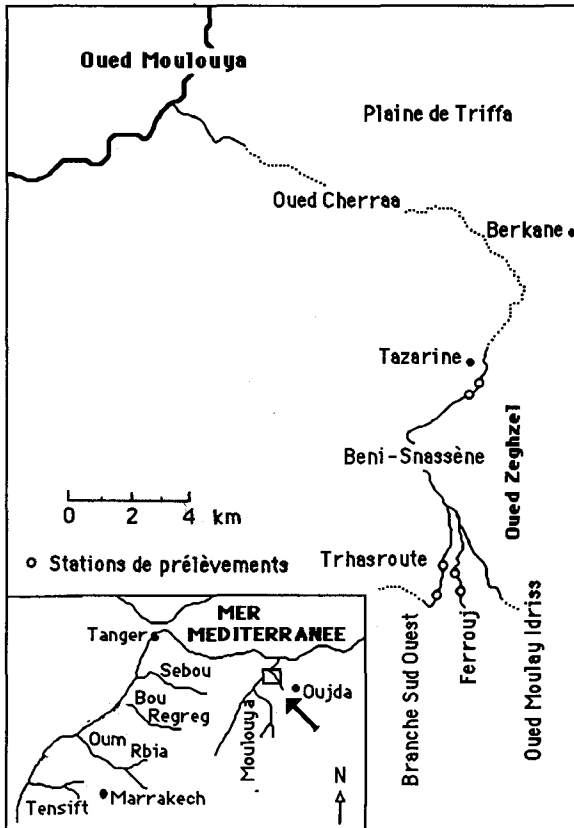


Figure 1: Localisation géographique du secteur d'étude.

géographiques bien individualisées: la zone montagneuse appartenant à la chaîne des Beni-Snassen et le piémont qui constitue une zone de transition entre le flanc nord des Beni-Snassen et la plaine de Triffa.

Du point de vue hydrologique, les Beni-Snassen orientaux constituent un système karstique à perméabilité très élevée. Les précipitations sont de l'ordre de 577 mm/an. Ceci a permis l'installation d'une nappe profonde avec un écoulement vers le nord. Celle-ci a donné naissance aux principales sources permanentes du Zeghzal: Aïn Larhlalcha, Aïn Bourbah (source de la grotte de Chameau) et Aïn Hallouma. Ces sources alimentent respectivement la branche sud-ouest du Zeghzal, le Ferrouj et le Moulay Idriss.

Les prélèvements ont été effectués dans la branche sud-ouest, le Ferrouj et le Bas Zeghzal. Ces zones géographiquement voisines bénéficient d'un même climat avec une succession d'années chaudes et d'années humides. Le pH des eaux est relativement stable et varie entre 7,5 et 7,6.

## TECHNIQUES DE PRELEVEMENT ET D'IDENTIFICATION

La composition de la flore fongique a été déterminée en examinant des prélèvements d'écume de feuilles mortes et de débris de bois en décomposition dans l'eau.

L'écume présente à la surface de l'eau constitue un véritable piège pour les spores d'Hyphomycètes aquatiques.

Dans chaque station et au bout de chaque mois, d'octobre 88 à juin 89, 250-500 ml d'eau et d'écume sont prélevés et stabilisés par 100 ml d'une solution composée de 5 ml de formol à 40%, 80 ml d'éthanol à 70 % et 15 ml d'acide acétique concentré. Les spores récoltées sont identifiées au microscope et les comptages effectués sur des volumes de 1 ul. Pour chaque station nous avons réalisé 10 comptages sur chacun des échantillons, le reste de la solution est ensuite filtré sur du papier filtre (0,45  $\mu\text{m}$  de diamètre) puis examiné sous le microscope.

Parallèlement aux prélèvements d'écume, nous avons échantillonné des feuilles mortes (essentiellement des feuilles de Laurier et de Saule) et des débris de bois en dégradation dans l'eau. Sur chaque échantillon, nous avons appliqué des techniques d'identification par observation directe et par milieu de culture (CHERGUI, 1988).

### Observation directe.

Les débris de feuilles et de bois sont placés séparément dans un bécier contenant de l'eau distillée stérilisée. Après 24 heures d'incubation à température constante (10°C), on gratte à sec l'intégralité de la surface de l'échantillon, on monte entre lame et lamelle dans une solution de bleu coton lactique, et on observe sous le microscope les spores recueillies.

### Incubation avec aération et filtration.

Les débris de feuilles et de bois sont placés séparément dans un flacon contenant de l'eau en provenance des stations d'étude respectives, filtrée sur tampon d'ouate et stérilisée. Après une semaine d'incubation à 10°C, on gratte dans l'eau du flacon, la totalité de la surface de l'échantillon. La solution ainsi obtenue est homogénéisée, puis filtrée à travers une membrane-filtre en nitrate de cellulose (diamètre des pores 0,45  $\mu\text{m}$ ). Le filtre est ensuite coloré avec une solution de bleu coton lactique, séché, puis observé sous le microscope.

### Culture après dilacération.

Les débris de feuilles et de bois sont dilacérés au scalpel. Les petits fragments sont ensuite incubés sur le milieu de culture suivant :

Sulfate de manganèse	0,5g
Phosphate monopotassique	1g
Tartrate neutre d'Ammonium	1g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,5g
Gélose	15g
Chloramphénicol	0,5g
Eau distillée	1000ml

Ce milieu est sélectif des champignons par son pH de 5,5 - 6 et la présence d'un antibactérien. Après une période d'incubation variant de une à deux semaines, on examine sous le microscope les différentes colonies ainsi obtenues, qui proviennent en majorité de la surface des feuilles.

### Culture après broyage.

Les débris de feuilles et de bois sont broyés dans de l'eau distillée stérilisée. Deux ml de la suspension ainsi obtenue sont ensuite prélevés, puis étalés sur une boîte de Pétri contenant le même milieu nutritif que précédemment. Cette technique est destinée à révéler la présence des espèces susceptibles de coloniser les feuilles en profondeur.

L'identification des différentes espèces d'Hyphomycètes aquatiques est essentiellement basée sur les caractéristiques morphologiques de leurs spores. Pour ce faire, nous avons eu recours aux publications d'INGOLD (1942, 1943 a, b, 1944, 1949, 1952, 1956, 1966, 1975), INGOLD & COX (1957), INGOLD & al. (1968) et PETERSEN (1962, 1963 a et b). D'autres ouvrages ont également été utilisés : BARNETT & HUNTER (1972), CARMICHAEL & al. (1980), DOMSH & al. (1980). Les mycéliums stériles et certaines spores n'ont pas pu être identifiés.

## RESULTATS

### LISTE DES PRINCIPALES ESPECES FONGIQUES<sup>1</sup>

*Actinospora megalospora*  
*Anguillospora longissima*  
*Alatospora acuminata*  
*Campylospora* sp  
*Centrospora acerina*

*Clavariopsis aquatica*  
*Flagellospora curvula*  
*Ingoldia* sp.  
*Lemoniera aquatica*  
*Lunulospora curvula*  
*Tetracladium marchalianum*  
*Trigladium angulatum*  
*Tricladium splendens*  
*Tripospermum* sp.  
*Triscelophorus monosporus*  
Mycéliums stériles  
Autres espèces non identifiées

### PRINCIPALES CARACTERISTIQUES ET PREPARATION DES FORMES RECUEILLIES (fig. 2 et 3)

*Actinospora megalospora* Ingold. Lors du développement du conidium, un primordium sphérique se forme à partir duquel quatre branches se développent simultanément. Les thalloconidies de grande taille sont constituées d'une partie sphérique centrale et dense (environ 50 µm de diamètre), et généralement de quatre branches longues et divergentes (100 à 300 µm). Nous avons rencontré cette espèce dans la partie amont du Zeghzal avec des fréquences très faibles dans les prélèvements d'écume.

*Alatospora acuminata* Ingold. Les phialoconidies sont constituées d'un axe médian en forme d'arc et de deux branches latérales (30-40 µm) qui divergent à partir de la partie centrale. Nous avons trouvé cette espèce dans tout le Zeghzal avec des fréquences très élevées dans les prélèvements d'écume, sur des feuilles mortes et des débris de bois en dégradation dans l'eau. *Alatospora acuminata* paraît être l'une des principales espèces d'Hyphomycètes aquatiques intervenant dans les processus de décomposition de la matière végétale dans l'eau.

*Anguillospora longissima* (De Wild) Ingold, syn. *Fusarium longissimum* De Wild  
La formation des conidies se fait par bourgeonnement des cellules apicales des hyphes mycéliennes. Ce bourgeonnement donne naissance à des conidies longues en forme d'aiguilles (150-350 x 5-6 µm), qui sont libérées à la suite de la scission des cellules de séparation. Les thalloconidies sont simples, terminales, longues et cloisonnées, de forme arquée ou sigmoïde. Les deux extrémités de la conidie sont pratiquement identiques.

<sup>1</sup> Toutes les espèces citées ci-dessus sont observées pour la première fois au Maroc.

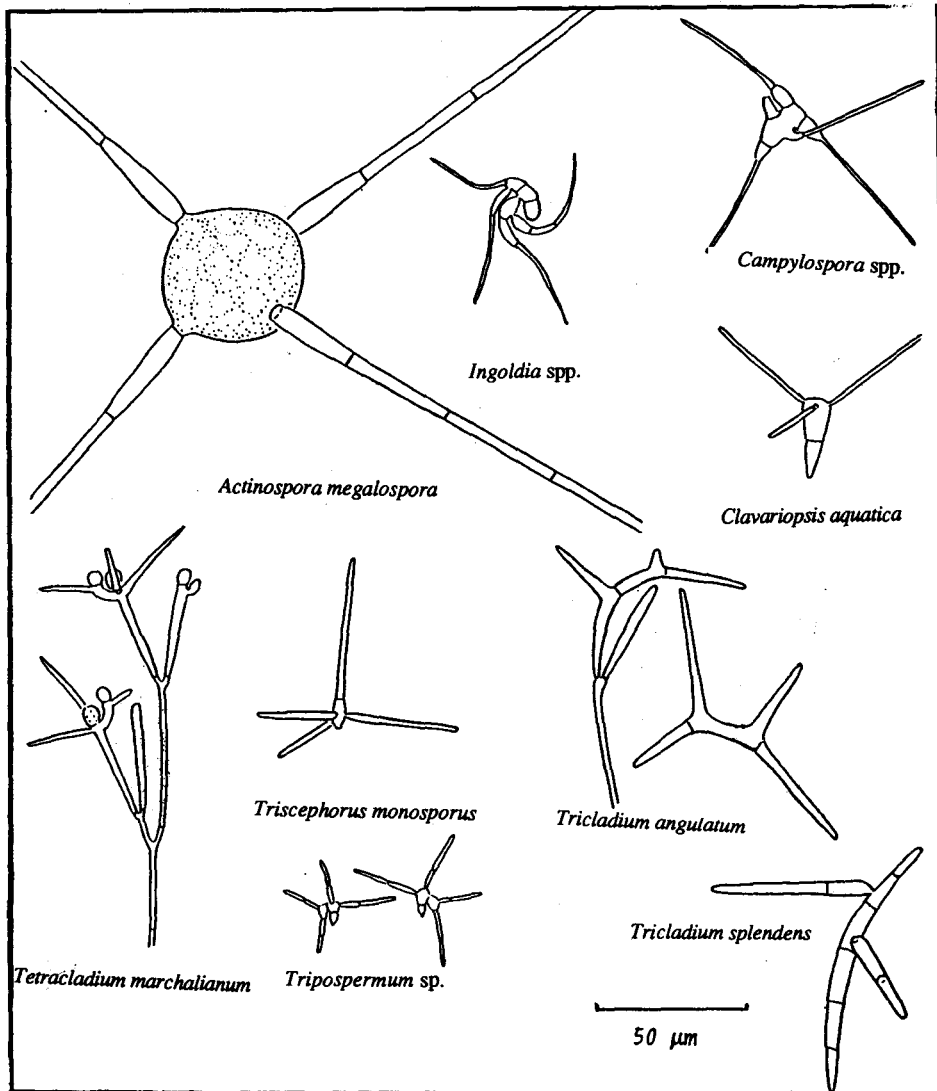


Figure 2: Formes à thalloconidies

Comme *Alatospora*, cette espèce est très abondante dans le Zeghzal et semble très liée aux feuilles mortes en dégradation dans l'eau.

*Campylospora* sp. - Les thalloconidies de forme tétraédrique sont constituées d'une partie centrale anguleuse à partir de laquelle divergent 4 branches de taille égale (50-60 µm environ). Cette espèce très rare a été trouvée dans la branche sud ouest en amont du Zeghzal, dans les prélèvements d'écume.

*Centrospora acerina* (Hartig) Newhall. Les thalloconidies sont filiformes ou sigmoïdes, cloisonnées et tronquées à la base. L'apex, atténué,

est souvent arqué. Les thalloconidies ressemblent à celle d'*Anguillospora longissima* mais elles sont beaucoup plus larges (150-200 x 5-10 µm). Cette espèce est très rare dans le Zeghzal.

*Clavariopsis aquatica* De Wild - Les thalloconidies prennent naissance dans la partie terminale du conidiophore simple. Chaque conidie est constituée d'une branche (courte et large à son extrémité apicale) formée de deux cellules, à partir de laquelle se développent trois branches plus longues et étroites (40-50 µm).

*Clavariopsis aquatica* peut être classée parmi les espèces rares du Zeghzal.

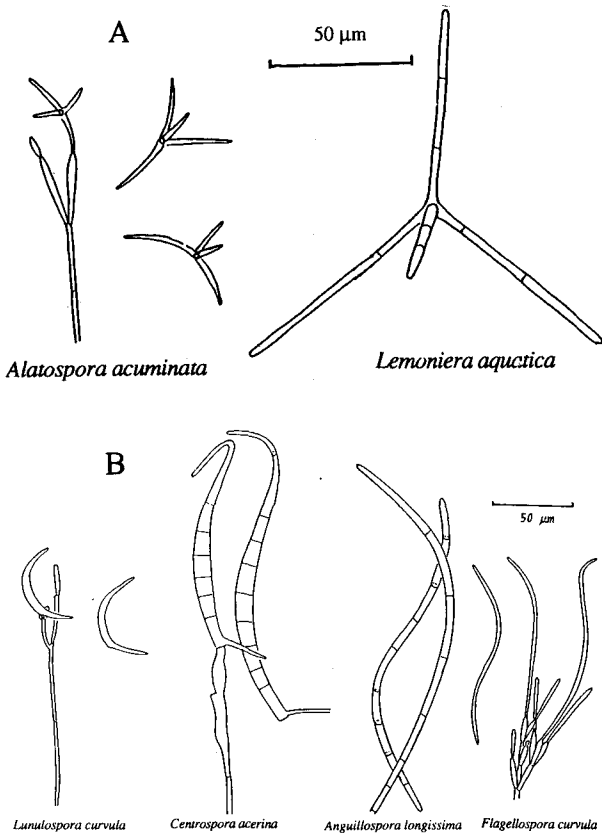


Figure 3: A, formes à phialoconidies; B, formes à conidies effilées, simples et longues.

**Flagellospora curvula** Ingold. Les phialloconidies sigmoïdes sont en forme de S (100-150 µm). Nous avons rencontré cette espèce dans tout le Zeghzal mais avec des fréquences faibles. La présence de *Flagellospora* a été révélée sur des feuilles mortes en dégradation et semble intervenir dans ce processus.

**Ingoldia** sp. syn. *Gyoerffyyella* sp. Les thalloconidies sont très caractéristiques, en forme de crevette à longues pattes. Dans le Zeghzal, *Ingoldia* peut être classée parmi les formes les plus rares.

**Lemoniera aquatica** De Wild. Les phialloconidies portées par un long conidiophore (200-400 µm) sont constituées initialement d'un primordium sphérique à partir duquel divergent quatre branches longues (50-100 µm).

Dans le Zeghzal cette espèce est très fréquente dans les prélèvements d'écume et sur les feuilles mortes en dégradation, surtout dans le Ferrouj et la branche sud-ouest.

**Lunulospora curvula** Ingold. Les thalloconidies sont unicellulaires, sigmoïdes ou en

forme de croissant et très caractéristiques par leur point d'attachement au conidiophore (point situé au 1/3 de la longueur de la conidie).

C'est l'espèce type du genre. Elle possède une distribution mondiale, mais elle est particulièrement abondante dans les zones tropicales. Dans le Zeghzal, *Lunulospora* est considérée comme très rare.

**Tetracladium marchalianum** De Wild. C'est l'une des principales espèces caractéristiques des Hyphomycètes aquatiques. Les thalloconidies sont très caractéristiques et facilement reconnaissables. Chaque conidie est constituée de deux protubérances et quatre branches divergentes.

Cette espèce est très abondante dans les régions tempérées. Dans le Zeghzal, les spores de *Tetracladium marchalianum* ont été trouvées en grand nombre dans les prélèvements d'écume ainsi que sur les feuilles mortes et les débris de bois en dégradation.

**Tricladium angulatum** Ingold. L'axe médian de la conidie est plus courbé que chez *Tricladium splendens* et les deux branches latérales sont généralement insérées sur le même côté.

Cette espèce est considérée comme très rare dans le Zeghzal.

**Tricladium splendens** Ingold. Chaque conidiophore donne naissance à une seule conidie. Celle-ci est constituée d'un long axe médian cloisonné (60-120 x 6-7 µm), légèrement courbé et de deux axes latéraux cloisonnés, alternés et moins longs (20-50 x 3-4 µm).

Cette espèce a été trouvée dans les prélèvements d'écume provenant des différentes parties du Zeghzal, mais avec des fréquences très faibles.

**Tripospermum** sp. Le mode de développement des conidies est le même que chez *Campylospora*.

Les thalloconidies, cloisonnées et tétraédriques, sont constituées d'un axe médian et de trois (parfois quatre) branches latérales,

Dans le Zeghzal cette espèce est considérée comme très rare.

**Triscelophorus monosporus** Ingold. Les thalloconidies prennent naissance à partir de l'extrémité du conidiophore. Elles sont branchées et tétraédriques. Chaque conidie est constituée d'un axe médian (qui se développe dans le sens du prolongement du conidiophore) et d'un verticille de 3 axes latéraux situés à la base de l'axe médian, au niveau d'une protubérance assez caractéristique de l'espèce.

*T. monosporus* est très abondant dans les contrées tropicales (Europe, Asie, Afrique, Australie, Nord et Sud de l'Amérique). Au Maroc, dans le Zeghzal, cette espèce est considérée comme moyennement abondante.

On distingue ainsi trois groupes. Certaines formes sont particulièrement abondantes sur les feuilles mortes. Celles-ci (probablement les plus importantes) seraient liées aux processus de dégradation de la matière végétale dans l'eau, c'est le cas d'*Alatospora*, d'*Anguillospora*, de *Flagellospora* et de *Lemoniera*.

Un deuxième groupe de champignons, toujours présent, mais avec des fréquences très variables et indifféremment sur les feuilles, le bois ou dans l'écume, reflète en quelque sorte la flore fongique du milieu (cas d'*Actinospora* et de certaines espèces peu abondantes mais toujours présentes : *Tricladium*, *Triscelophorus*...). Enfin un troisième groupe constitué de formes, parmi les plus rares, et qui apparaissent occasionnellement dans les relevés, telles *Campylospora*, *Centrospora*, *Lunulospora*, *Ingoldia*... etc. On peut les qualifier de sporadiques, mais elles pourraient avoir un effet cumulatif sur la décomposition de la matière végétale dans l'eau.

## REFERENCES

- AUSMUS, B.S.; EDWARDS N.T. & WITKAMP, M.; (1976). - Microbial immobilization of carbon, nitrogen, phosphorus and potassium : implications for forest ecosystem processes. In: ANDERSON J.M. & MACFADYEN A. (eds) - *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*, Blackwell, London, 397-416.
- BANDONI, R. L. (1972). - Terrestrial occurrence of some aquatic hyphomycetes. *Can. J. Bot.*, 50, 2283 - 2288.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1973a). - Fungi in the diet of *Gammarus pseudolimnaeus* (Amphipoda). *Oikos*, 24, 295 - 300.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1973b). - Fungi and food preference of *Gammarus pseudolimnaeus*. *Arch. Hydrobiol.*, 72, 501-516.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1974). - Dynamics of the fungal population on leaves in a stream. *J. Ecol.*, 62, 761-791.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1975a). - Leaf conditioning by microorganisms. *Oecologia*, 20, 359-362.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1975b). - Assimilation efficiency of *Gammarus pseudolimnaeus* (Amphipoda) feeding on fungal mycelium or autumn-shed leaves. *Oikos*, 26, 55-59.
- BÄRLOCHER, F. & KENDRICK, B. (1981). - The role of aquatic hyphomycetes in the trophic structure of streams. In : D.T. WICKLOW & G.C. CARROL, (eds.) - *Fungal Ecology*, 743-760. Dekker, New York.
- BÄRLOCHER, F.; KENDRICK, B. & MICHAELIDES, J., (1978a). - Colonization and conditioning of *Pinus resinosa* needles by aquatic hyphomycetes. *Arch. Hydrobiol.*, 81, 462-674.
- BÄRLOCHER, F.; MACKAY, R.J. & WIGGING, G.P., (1978b). - Detritus processing in a temporary vernal pool in southern Ontario. *Arch. Hydrobiol.*, 81, 269-295.
- BARNETT, H.L. & HUNTER, B.B. (1972). - *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota (Third Edition), 241 p.
- BERRIE, A.D. (1976). - Detritus, microorganisms and animals in freshwater. In : J.M. ANDERSON and A. MACFADYEN, (eds.)- *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Process*, 323-338. Blackwell, Oxford.
- CARMICHAEL, J.W.; KENDRICK, W.B.; CONNERS, I.L. & SIGLER, L., (1980).- *Genera of hyphomycetes*. University of Alberta Press. Edmonton, Alberta, Canada. 386 p.
- CHERGUI, H. (1988). - Flux et processus de dégradation des apports allochtones particuliers dans un système fluvial : importance relative de l'écotone rives. Thèse Doctorat, UCB. Lyon I, 146 p.
- CHERGUI, H. (1989). - Flux des particules grossières de matière organique allochtone et autochtone dans un bras mort du Rhône. *Revue Sci. Eau.*, 2, 565-585.
- CHERGUI, H. (1990). - The dynamic of aquatic Hyphomycetes in an eastern Moroccan stream. *Arch. Hydrobiol.*, 3, 341-352.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E., (1988a). - The effect of water current on the decomposition of dead leaves and needles. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 23, 1294-1298.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (1988b).- The impact of benthic invertebrates on the breakdown of poplar leaves in the network of a large European river. *Arch. Hydrobiol.*, 113, 15-25.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (1988c). - The dynamics of Hyphomycetes on decaying leaves in the network of the River Rhone. *Arch. Hydrobiol.*, 114, 3-20.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (1990). - The influence of saisons on the breakdown of submerged leaves. *Arch. Hydrobiol.*, 120, 1-12.

- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (sous presse). - The processing of leaves of trees and aquatic Macrophytes in the Network of the River Rhone. *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie*. Issue 2.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (sous presse). - The breakdown of wood in the side arm of a large river : preliminary investigation. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (sous presse). - Dégradation des feuilles mortes allochtones dans le réseau de la Basse Moulouya au Maroc. *Acta Ecologica*.
- CHERGUI, H. & PATTEE, E. (sous presse). - An experimental study on the breakdown of submerged leaves by Hyphomycetes and invertebrates in Morocco. *Freshwat. Biology*
- CHRAPKOWSKA, K.J. (1984). - Cellulolytic activity of white, brown and gray wood rot fungi. *Acta microbiol. Pol.*, 33 (2), 137-145.
- DE LA CRUZ, A.A. (1975). - Proximate nutritive value changes during decomposition of salt marsh plants. *Hydrobiologia*, 74, 475-480.
- DE LA CRUZ, A.A. & GABRIEL, B.C. (1974). - Caloric, elemental, and nutritive changes in decomposing *Juncus roemerianus* leaves. *Ecology*, 55, 882-886.
- DOMSCH, K.H.; GAMS, W. & ANDERSON, T. H. (1980). - *Compendium of soil fungi*. Vol. 2, Academic Press, London, 405 p.
- FENCHEL, T. & HARRISON, P. (1976). - The significance of bacterial grazing and mineral cycling for the decomposition of particulate detritus. In : ANDERSON J.M. & MACFADYEN A. (eds.) - *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*, Blackwell, London, 285-299.
- HARRISON, P.G. & MANN, K.H. (1975). - Detritus formation from eelgrass (*Zostera marina* L.). The relative effects of fragmentation, leaching, and decay. *Limnol. Oceanogr.*, 6, 924-934.
- HERING, T.F. (1965). - Succession of fungi in the litter of a Lake District oakwood. *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 48, 391-408.
- HIGHLEY, T.L. (1980). - Cellulose degradation by cellulose-clearing and non-cellulose-clearing brown-rot fungi. *Appl. environ. Microbiol.*, 40 (6), 1145-1147.
- HILDREW, A.G.; TOWNSEND, C.R.; FRANCIS, J. & FINCH, K. (1984). - Cellulolytic decomposition in streams of contrasting pH and its relationship with invertebrate community structure. *Freshwat. Biol.*, 14, 323-328.
- HODKINSON, I.D. (1975). - Dry weight loss and chemical changes in vascular plant litter of terrestrial origin, occurring in a beaver pond ecosystem. *J. Ecol.*, 63, 131-142.
- HYNES, H.B.N. & KAUSHIK, N.K. (1969). - The relationships between dissolved nutrient salt and protein production in submerged autumnal leaves. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 17, 95-103.
- INGOLD, C.T., (1942). - Aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 25, 339-417.
- INGOLD, C.T. (1943a). - Further observations on aquatic Hyphomycetes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 26, 104-115.
- INGOLD, C.T., (1943b). - *Triscelophorus monosporus* n. gen., n. sp., an aquatic hyphomycete. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 26, 148-152.
- INGOLD, C.T. (1944). - Some new aquatic Hyphomycetes. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 28, 35-43.
- INGOLD, C.T., (1949). - Aquatic Hyphomycetes from Switzerland. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 32, 341-345.
- INGOLD, C.T. (1952). - *Actinospora megalospora* n. sp., an aquatic Hyphomycete. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 35, 66-70.
- INGOLD, C.T. (1956). - Stream spora in Nigeria. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 39, 108-110.
- INGOLD, C.T. (1966). - The tetradiate aquatic fungal spore. *Mycologia*, 58, 43-56.
- INGOLD, C.T. (1975). - *Guide to aquatic Hyphomycetes*. Freshwater Biological Association, sci. Publ. N° 30. Ambleside, Cumbria, England, 96 p.
- INGOLD, C.T. & COX, V.J. (1957). - On *Tripodermum* and *Campylospora*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 40, 317-321.
- INGOLD, C.T., DANN, V. & McDUGALL, P.J., (1968). - *Tripodermum cameopardus* sp. nov. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 51, 51-56.
- KAUSHIK, N. K. & HYNES, H.B.N. (1968). - Experimental study on the role of autumn-shed leaves in aquatic environments.. *J. Ecol.*, 56, 229-243
- KAUSHIK, N.K. & HYNES, H.B.N. (1971). - The fate of the dead leaves that fall into streams.. *Arch. Hydrobiol.*, 68, 46 -515.
- LEE, C.; HOWARTH, R.W. & HOWES B.L. (1980). - Sterols in decomposing *Spartina alterniflora* and the use of ergosterol in estimating the contribution of fungi to detrital nitrogen. *Limnol. Oceanogr.*, 25, 290-303.
- MASON, C.F. & BRYANT, R.J. (1975). - Production, nutrient content and decomposition of *Phragmites communis* Trin. and *Typha angustifolia* L. *J. Ecol.*, 63, 71-95.
- PARK, D (1974a). - *Tricladium terrestre* sp. nov. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 63, 179-183.
- PARK, D. (1974b). - Aquatic hyphomycetes in non aquatic habitats. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 63, 183-187.
- PARK, D. (1976). - Carbon and nitrogen levels as factors influencing fungal decomposer. In : ANDERSON, J.M. & MACFADYEN, A. (eds) - *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*, Blackwell, London, 285-299.
- PATTEE, E., BORNARD, C. & MOURELATOS, S. (1986). - La décomposition des feuilles mortes dans le réseau fluvial



- du Rhône : influence du milieu et principaux agents responsables. *Revue fr. Sci. Eau*, 5, 45-74.
- PETERSEN, R.H. (1962). - Aquatic hyphomycetes from North America. I. *Aleuriosporae* (Part I) and key to the genera. *Mycologia*, 54, 117-151.
- PETERSEN, R.H. (1963a). - Aquatic hyphomycetes from North America. II. *Aleuriosporae* (Part II) and *Blastosporae*. *Mycologia*, 55, 18-29.
- PETERSEN, R.H. (1963b). - Aquatic hyphomycetes from North America. III. *Phialosporae* and miscellaneous species. *Mycologia*, 55, 570-581.
- ROSSI, L. & FANO, A.E., (1979). - Role of fungi in the trophic niche of the congeneric detritivorous *Asellus aquaticus* and *A. coxalis* (*Isopoda*). *Oikos*, 3, 380-385.
- SANDERS, P. E. & WEBSTER, J. (1978). - Survival of aquatic hyphomycetes in terrestrial situations. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 71, p 231-237.
- SUBERKROPP, K. & KLUG, M.J. (1976). - Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream. *Ecology*, 57, 707-719.
- TENORE, K.R.; HANSON, R.B.; DORNSEIF, B.E. & WIEDERHOLD, C.N. (1979). - The effect of organic nitrogen supplement on the utilization of different sources of detritus. *Limnol. Oceanogr.*, 24, 350-355.
- TRISKA, F.J.; SEDELL, J.R. & BUCKLEY, B. (1975). - The processing of conifer and hardwood leaves in two coniferous forest streams. II. Biochemical and nutrient changes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19, 1628-1639.
- WEBSTER, J. & DESCALÉ, E. (1981). - Morphology, distribution and ecology of conidial fungi in freshwater habitats. In : COLE, G.T. & DENDRICK, B. (eds.): *Biology of Conidial Fungi*, New York. 295-355
- WILLOUGHBY, L.G. & ARCHER, J.F. (1973). - The fungal flora of a freshwater stream and its colonization pattern on wood. *Freshwater Biol.*, 3, 219-239.

**Adresse de l'auteur:**

Université Mohammed I  
Faculté des Sciences  
Dépt. de Biologie  
Oujda