

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie
Herausgeber: Verband Schweizerischer Vereine für Pilzkunde
Band: 66 (1988)
Heft: 8

Artikel: Pilze und die Biosphäre = Champignons et biosphère
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-936280>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

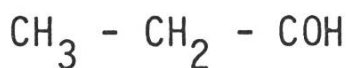
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Pilze und die Biosphäre

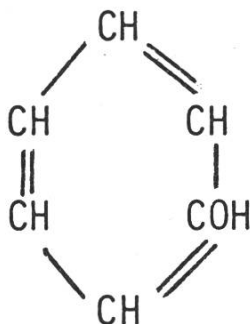
Nachfolgender Text beruht auf einem Vortrag von Herrn Prof. Dr. H. Clémenton, den er zu Beginn des Monats April 1987 in La Tour-de-Peilz aufgrund einer Einladung der Société mycologique de la Riviera gehalten hat. Die Aufzeichnungen wurden anlässlich dieses Vortrages von Herrn F. Brunelli gemacht.

Die Lebensäusserungen auf unserer Erde sind ein Oberflächenphänomen. Die Mächtigkeit unserer Biosphäre (der von den Lebewesen bewohnbare Teil der Erdoberfläche) beträgt etwa 30 m. Die Biosphäre ist der Lebensbereich, der unsere Erde umgibt und in dem die Lebewesen geboren werden, sich ernähren, sich vermehren und auch sterben. Auf einen reduzierten Massstab zurückgeführt, nämlich auf einen Globus von 130 cm Durchmesser, würde die Biosphäre nur ein Häutchen von 3 tausendstel Millimeter Dicke betragen. In dieser Biosphäre befinden sich die Lebewesen in ständiger Entwicklung, besonders rasch, wenn man im Rahmen von geologischen Zeitabschnitten rechnet. Der Zyklus dieser Abläufe bedient sich dabei in erster Linie der von der Sonne gelieferten Energie, aber auch, nur in viel geringerem Masse, von der aus unserm Boden stammenden thermischen und chemischen Energie. Man könnte die Bewegungen der Biosphäre mit derjenigen eines dünnen Ölhäutchens vergleichen, das auf einer Wasseroberfläche schwimmt.

Allgemein ist heute bekannt, dass der wichtigste Energieträger des Sonnenlichtes das Chlorophyll (Blattgrün) ist, der Sitz und die treibende Kraft der Photosynthese (Aufbau von chemischen Stoffen unter Einwirkung des Lichtes). Durch die Aufnahme und die Verwendung von Kohlendioxyd (CO_2) — das Molekül des Kohlendioxydgases ist auch die Basis für die Bewegungen in der Biosphäre — entstehen bei der Photosynthese unter anderem auch Glukose (Traubenzucker), Zellulose, Hemizellulose (Vielfachzucker) und Lignin (Holzstoff). Alle diese Stoffe findet man in den Zellwandungen der höheren Pflanzen. Von diesen Bestandteilen der Zellwand entstand das Lignin erst verhältnismässig spät in der Biosphäre, vor ungefähr 350 Millionen Jahren, im geologischen Zeitalter des Karbons. Das Lignin ist ein dreidimensionales Polymer (hochmolekulare chemische Verbindung), das nur schwer abgebaut werden kann. Das Lignin besteht aus den chemischen Grundstoffen Propionsäure (Fettsäure) mit aufdringlichem Kohlgewuch, wie er auch im Schweiß vorhanden ist, und dem Phenol (Karbolsäure), eine leicht ätzende Flüssigkeit, die aus dem Steinkohlenteer gewonnen wird. Verdünnt wird diese Flüssigkeit auch als antiseptisches Mittel verwendet. Der chemische Aufbau dieser beiden Säuren zeigt sich wie folgt:



: Propionsäure (Fettsäure)



: Phenol (Karbolsäure)

Bei der Photosynthese entsteht nun das Lignin, eine hochmolekulare Verbindung, die aus mehreren Propionsäureketten und mehreren Phenolringen besteht.

Das Lignin (Holzstoff) dient in erster Linie zur Stützung der in die Höhe wachsenden Pflanzen, besonders auch in der Wand der Saftgefässe der Pflanzen.

Um den Lebenszyklus dauernd in Gang zu halten, müssen die aus der Photosynthese entstandenen Zellulosen, Hemizellulosen und das Lignin durch Oxydation (Verbrennung) abgebaut werden. Hier treten nun

die Pilze und im besonderen die Basidiomyceten in Erscheinung. Einzelne dieser Pilze verfügen über die Eigenschaft, dass sie das Lignin abbauen können. Die ökologische Bedeutung der Pilze ist deshalb von grundlegender Wichtigkeit. Man hat abgeschätzt, dass das Leben auf unserer Erde innerhalb von nur 2 bis 3 Jahrzehnten aufhören würde, wenn man das Verschwinden der Pilze annimmt und infolgedessen auch das Aufhören solcher Abbauprozesse. Die Photosynthese müsste infolge Erstickens aufhören. Man muss noch präzisieren, dass die jährliche Produktion von Kohlendioxyd infolge des Abbaus der durch die Photosynthese erzeugten Aufbaustoffe die respektable Menge von 82 Milliarden Tonnen erreicht!

Glücklicherweise sind wir von einer solchen ökologischen Katastrophe noch weit entfernt: unter jedem Quadratmeter Erdoberfläche finden sich in gutem Erdboden auch 4 kg Pilze in Form des Pilzgeflechtes (Myzel). Wenn wir für den Durchmesser der einzelnen Hyphe einen mittleren Wert von 3,5 tausendstel Millimeter annehmen, so erhält man eine Gesamtlänge von 400 000 km, das heisst die Distanz von der Erde zum Mond. Aus den Hyphenwänden ergibt sich eine Gesamtoberfläche von 5000 m², also die Fläche eines Fussballfeldes. Durch die Hyphenwände hindurch spielen sich die chemischen Austauschprozesse ab, die zum gewollten Abbau führen. Wir müssen deshalb den Pilzen für ihr nützliches Werk dankbar sein. Man kann sich auch die Frage stellen, ob die fadenförmige Gestalt der Hyphen vorteilhaft ist. Der Austausch der chemischen Substanzen zwischen dem Umfeld und dem Protoplasma im Innern der Zelle erfolgt durch die Zellwand. Je grösser nun das Verhältnis der Oberfläche der Hyphe zu ihrem Volumen ist, um so grösser ist auch der Austausch der chemischen Substanzen.

Andererseits ist dieser Austausch um so stärker, je kürzer die von den chemischen Stoffen zu durchdringenden Distanzen sind. Der Austausch dieser Stoffe findet mit einer Geschwindigkeit von 0,5 tausendstel Millimeter pro Sekunde statt.

Vorteile der fadenförmigen Gestalt

	Durchmesser (2r)	Inhalt (V)	Oberfläche (S)	Verhältnis (S/V=3/r)	Zeit
Kugel	10 µm	500 µm ³	300 µm ²	600	10 Sek.
	12,6 µm	1000 µm ³	500 µm ²	500	12,6 Sek.
	1260 µm	1 mm ³	5 mm ²	5	21 Sek.
	1,2 cm	1 cm ³	500 mm ²	0,5	3,5 Std.
Hyphe	3,5 µm	1 mm ³	1100 mm ²	1100	3,5 Sek.
	3,5 µm	1 cm ³	1100 cm ²	1100	3,5 Sek.

Die obenstehende Tabelle zeigt deutlich die Vorteile einer fadenförmigen Hyphe gegenüber einer kugelförmigen Zelle. Das Verhältnis Oberfläche zum Inhalt ist bei der fadenförmigen Hyphe sehr gross, und die Zeitdauer des Austausches ist, wie sich deutlich zeigt, unabhängig von der Länge der Hyphen.

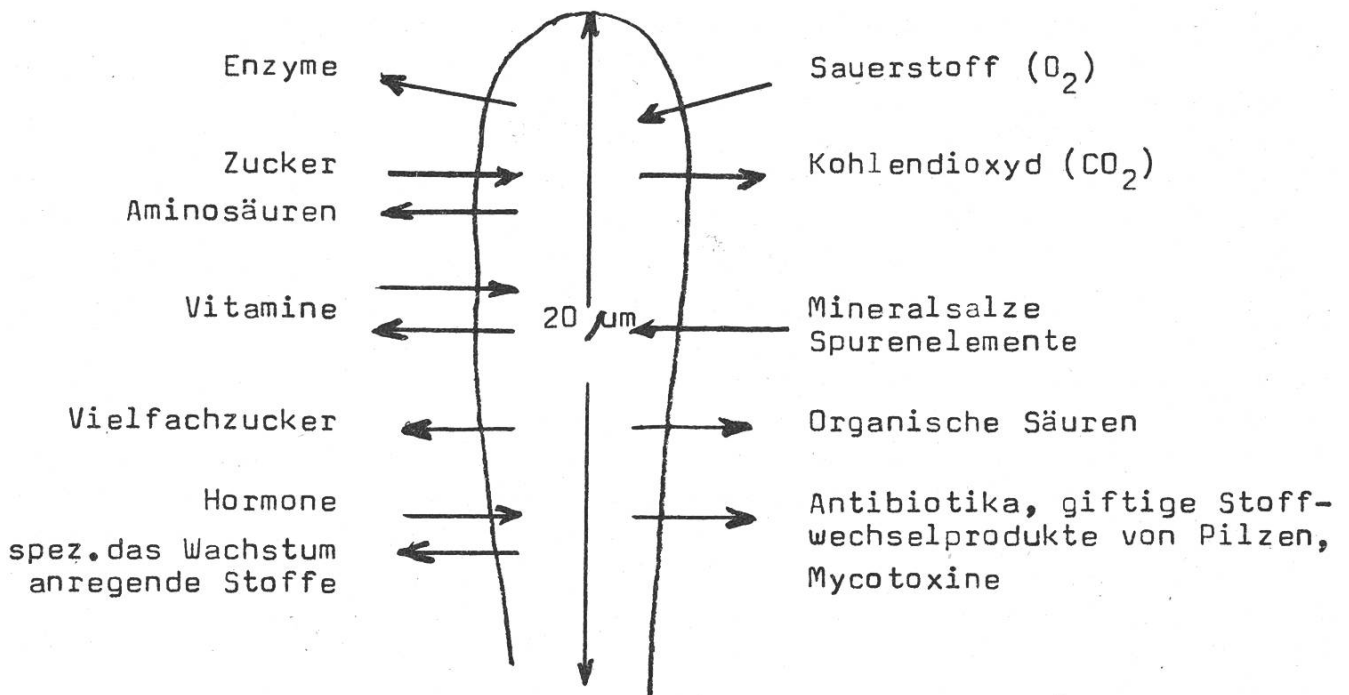
Nachfolgende Zeichnung soll schematisch den Austausch der verschiedenen Substanzen durch die Hyphenwand im Bereich des Hyphenendes (ca 20 µm Länge) näher aufzeigen. In diesem Bereich der Hyphe ist der Austausch besonders intensiv.

Die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlensäure ist nichts anderes als die Atmung des Myzels. Die von einer Hyphe abgesonderten organischen Substanzen sind äusserst wirksam. So sind sie in der Lage, auch Beton zu zerstören. Die Pilzgifte treten in der Biosphäre als giftigste bekannte Stoffe auf. Die Erzeugung von Enzymen (Stoffe die bestimmte chemische Reaktionen steuern) hat zur Folge, dass das Substrat, wie zum Beispiel das Holz, abgebaut wird, wobei die Zellulose und das Lignin in Zucker übergeführt werden.

Man schätzt die jährlich infolge des natürlichen Nadel- und Laubfalls anfallende Streu auf 3800 kg pro Hektare. 380 g Streue (pro m² und Jahr) enthalten 190 g Kohlenstoff (C) und 4 g Nitrat (N).

In einem «natürlichen» Wald fallen pro Jahr und pro Hektare 2500 kg totes Holz an. Dieses tote Holz enthält 50% Zellulose, 25% Hemizellulose und 25% Lignin. 250 g totes Holz (pro m² und Jahr) enthalten 125 g Kohlenstoff (C), aber kein Nitrat (N).

Dieser durch die Pilze bedingte Abbau der Streu und des toten Holzes erzeugt die bereits oben erwähnten



82 Mia Tonnen CO_2 (Kohlensäure). Für die Zellulosen und die Halbzellulosen geht dieser Abbau verhältnismässig leicht vor sich, der übrigens auch durch Mikroorganismen bewerkstelligt wird. Der Abbau des Lignins bereitet andererseits etliche Schwierigkeiten. Wir möchten dabei festhalten, dass nur jeder tausendste Pilz «gelernt» hat, das Lignin abzubauen.

Diejenigen Pilze, die nur die Zellulosen und Halbzellulosen abbauen, erzeugen eine Braunfäule. Das Holz wird dabei geschwächt, ohne dass es jedoch seine Form verändert. Als Beispiele seien hier aufgeführt: *Piptoporus betulinus* (Birkenporling), *Serpula lacrimans* (Echter Hausschwamm), *Gloeophyllum sepiarium* (Zaunblättling). Diejenigen Pilze, die zusätzlich auch noch das Lignin abbauen, bewirken eine Weissfäule des Holzes. Das Holz wird dabei mürbe und verliert auch seine braune Farbe, die vom Lignin her stammt. Als Beispiele nennen wir: *Pholiota destruens* (Pappelschüppling), *Fomes fomentarius* (Echter Zunderschwamm), *Ganoderma sp.* (versch. Lackporling-Arten), *Xylaria sp.* (versch. Holzkeulen-Arten), *Ustulina sp.* (versch. Arten von Krustenpilzen), *Trametes sp.* (versch. Trameten-Arten), *Pleurotus sp.* (versch. Seitling-Arten), *Armillariella mellea* (Hallimasch).

Zur Laub- und Nadelstreu ist noch eine Ergänzung erforderlich: Die Nadelstreu ist sauer (pH-Wert kleiner als 7). In der Nadelstreu finden sich nur wenige Bakterien, ganz kleine Milben und Springschwänze, aber keine Bodenwürmer, die ein Umarbeiten des Bodens bewirken. Der Abbau der Nadelstreu durch Pilze erfolgt im Verlaufe eines Jahrzehntes, z. B. durch *Marasmius androsaceus* (Rosshaarschwindling), *Lactarius rufus* (Rotbrauner Milchling), *Paxillus involutus* (Kahler Krempling), *Collybia maculata* (Gefleckter Rübling). Im Gegensatz dazu ist die Laubstreu alkalisch (pH-Wert 7 bis 8) und enthält viele Bakterien, Mikroorganismen und Bodenwürmer, die den Umbau des Bodens garantieren. Der Abbau der Laubstreu erfordert 2 bis 5 Jahre (im tropischen Urwald dagegen nur 3 bis 4 Wochen!). Als Pilze, die hierfür verantwortlich sind, seien hier aufgeführt: *Collybia dryophila* (Waldfreundrübling), *Marasmius recubans* (Niederliegender Schwindling) und andere.

Das erste Stadium des Abbaues ist die Überführung in Humus. Dabei entstehen Humussäuren, die noch 50 bis 80% Kohlensäure enthalten und die nur schwer weiter abgebaut werden können. Gewisse Pilze wie z. B. *Trametes versicolor* (Schmetterlingsporling) oder *Hypholoma fasciculare* (Grünblättriger Schwefelkopf) können den Abbau noch zu Ende führen, wobei schlussendlich Kohlensäure (CO_2) noch freigesetzt wird und die Überführung des Humus in Boden oder Erde erfolgt.

(Übers.: R. Hotz)

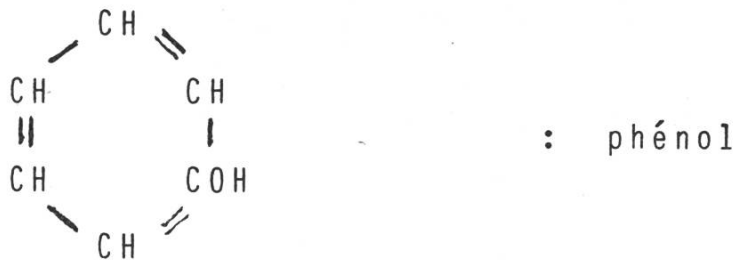
Champignons et biosphère

Le texte ci-après résulte d'une conférence donnée par le Prof. Dr. H. Clémenton au début d'avril 1987 à La Tour-de-Peilz, sur invitation de la société mycologique de la Riviera. Les notes ont été prises par F. Brunelli.

Les manifestations de la vie sur terre constituent un phénomène de surface: on peut estimer à 30 m en moyenne l'épaisseur de la biosphère, couche entourant notre globe et où les êtres vivants naissent, se reproduisent, se nourrissent et meurent. A une échelle réduite, la biosphère ne représenterait qu'une pellicule de 3 μm d'épaisseur sur un globe de 130 cm de diamètre.

Cette biosphère est en constante évolution, très rapide à l'échelle géologique. Les cycles de fonctionnement utilisent avant tout l'énergie livrée par la lumière solaire, et aussi, mais dans une infime proportion, une énergie thermique et chimique livrée par le sol. On pourrait comparer les mouvements de la biosphère à ces déformations continues que l'on observe dans une pellicule moirée de matière grasse à la surface de l'eau.

Chacun sait que le récepteur le plus efficace de l'énergie solaire est la chlorophylle, siège et agent de la photosynthèse. Par captation et utilisation du CO_2 de l'atmosphère — la molécule de gaz carbonique constitue la molécule de base des mouvements de la biosphère —, la photosynthèse fabrique, entre autres, du glucose, de la cellulose, des hémicelluloses et de la lignine. Ces éléments se rencontrent dans les parois cellulaires des plantes supérieures. Parmi ces composés, la lignine n'est apparue que relativement tard dans la biosphère, soit il y a 350 Mio d'années, à la période géologique du Carbonifère. La lignine est un polymère tridimensionnel difficile à dégrader; ses constituants fondamentaux sont l'acide propionique — à odeur piquante de chou aigre, que l'on trouve dans la sueur — et le phénol — produit caustique extrait du goudron de houille, dont la solution (eau phéniquée) est utilisée comme antiseptique —, selon les schémas:



(Polymère: En associant plusieurs chaînes propioniques et plusieurs anneaux phénol, la photosynthèse élabore un polymère nommé lignine).

La lignine intervient avant tout comme facteur de soutien des plantes dressées et en particulier dans les parois des vaisseaux conducteurs de la sève.

Pour assurer la permanence des cycles de fonctionnement, les composés issus de la photosynthèse — cellulose, hémicelluloses, lignine — doivent être dégradés par oxydation. Et c'est ici qu'interviennent les champignons, surtout des Basidiomycètes, dont certains savent décomposer même la lignine. L'importance écologique des champignons est donc fondamentale: En imaginant la disparition des champignons, et par suite en stoppant les processus de dégradation, on a évalué que la vie sur terre disparaîtrait en deux ou trois décennies, la photosynthèse étant stoppée à son tour par étouffement. Il faut préciser que la production annuelle de CO_2 par dégradation des composés élaborés par la photosynthèse atteint la masse respectable de 82 Mia de tonnes!

Apparemment, nous sommes heureusement loin d'une telle catastrophe écologique: Sous une surface de 1 m^2 de bonne terre végétale, on trouve 4 kg de champignons sous forme de mycélium; en attribuant aux hyphes un diamètre moyen de 3,5 μm , on obtient une longueur totale de 400 000 km, soit la distance

(Suite page 152)

Terre-Lune, et surtout une surface totale — des parois — de 5 000 m² (un terrain de football): c'est au travers de ces parois que se font les échanges qui aboutiront aux dégradations souhaitées. Nous sommes vivement reconnaissants aux champignons pour leur œuvre salubre.

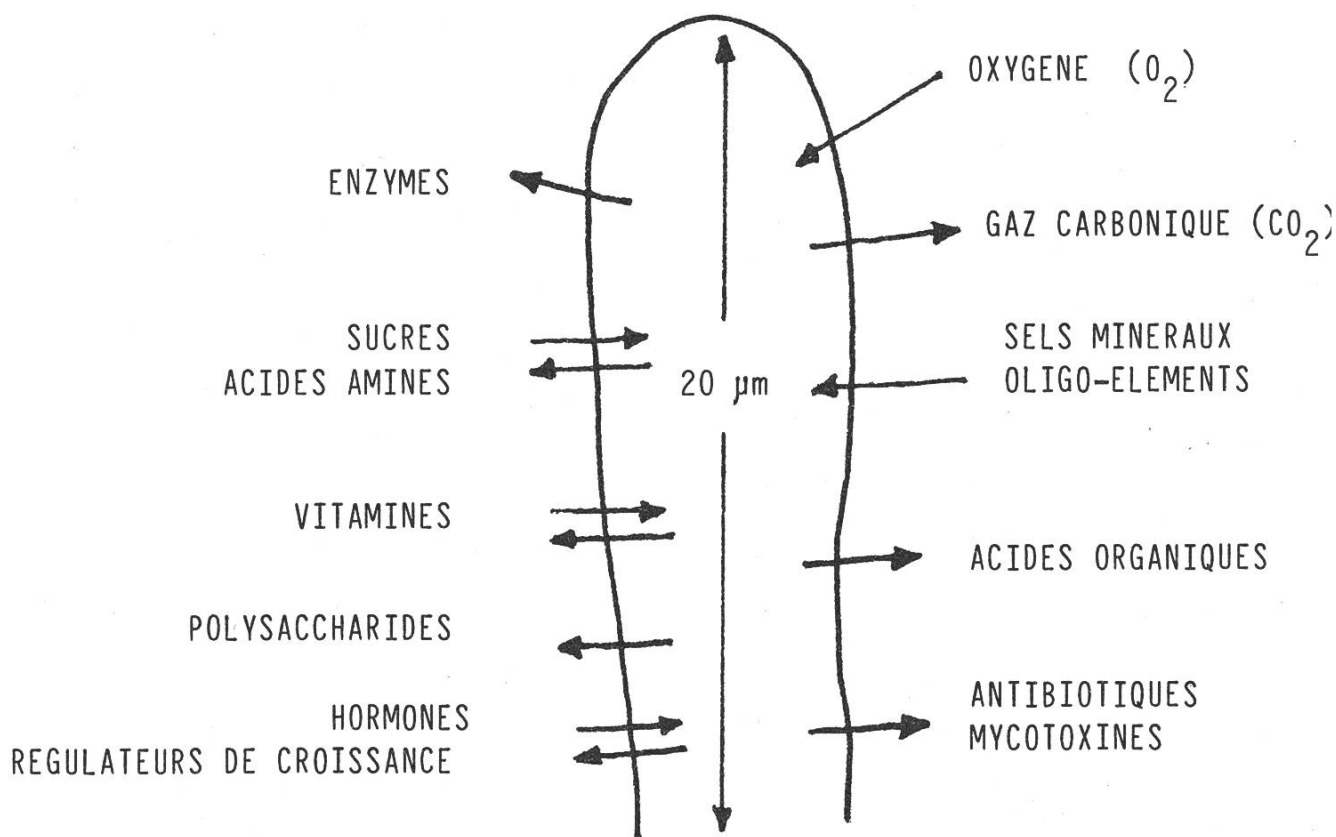
On peut se poser la question de savoir si la structure filamenteuse des hyphes fongiques est une configuration avantageuse. Comme les échanges de substances entre le milieu extérieur et le protoplasme cellulaire se font à travers les parois, plus le rapport surface/volume est grand, et plus importants seront ces échanges; d'autre part l'activité d'échanges sera d'autant plus intense que la distance à parcourir par les substances sera petite; le transport de substances s'effectue à une vitesse de 0,5 µm par seconde.

Avantage de la structure filamenteuse

	diamètre (2r)	volume (V)	surface (S)	rapport (S/V=3/r)	temps
Sphère	10 µm	500 µm ³	300 µm ²	600	10 sec
	12,6 µm	1000 µm ³	500 µm ²	500	12,6 sec
	1260 µm	1 mm ³	5 mm ²	5	21 sec
	1,2 cm	1 cm ³	500 mm ²	0,5	3,5 h
Hyphe	3,5 µm	1 mm ³	1100 mm ²	1100	3,5 sec
	3,5 µm	1 cm ³	1100 cm ²	1100	3,5 sec

Le tableau ci-dessus met en évidence les avantages d'une hyphe filamenteuse par rapport à des cellules sphériques: le rapport surface/volume est élevé — dans le deuxième cas — et la durée d'échanges est indépendante — évidemment — de la longueur de l'hyphe.

Le Schéma suivant précise un peu les échanges à travers les parois de la région terminale — environ 20 µm — d'une hyphe; c'est en effet surtout dans cette région que les échanges sont dynamiques.



L'admission d'oxygène et le rejet de gaz carbonique décrit en somme la respiration du mycélium. Les acides organiques excrétés par une hyphe sont extrêmement puissants: ils sont capables, par exemple, de désagréger du béton. Les mycotoxines sont aussi parmi les plus violents poisons connus dans la biosphère.

La production d'enzymes permet la dégradation des substrats, telle celle du bois, transformant cellulose et lignine en sucres.

On estime à 3800 kg par ha et par an la quantité de litière produite par la chute des feuilles et des aiguilles; par m² et par an, ces 380 g de litière contiennent 190 g de carbone (C) et 4 g d'azote (N).

Quant au bois mort, une forêt «naturelle» en abandonne 2500 kg par ha et par an; ce bois mort contient 50% de cellulose, 25% d'hémicelluloses et 25% de lignine; par m² et par an, ces 250 g de bois mort contiennent 125 g de carbone, mais pas d'azote.

C'est la dégradation opérée par les champignons sur la litière et sur le bois mort — dégradation facile pour la cellulose et les hémicelluloses, d'ailleurs aussi assurée par les microorganismes, dégradation difficile, répétons-le, pour la lignine — qui produit les 82 Mia de tonnes de CO₂ citées plus haut. Précisons que seul un champignon sur mille a «appris» à dégrader la lignine.

Les champignons qui ne dégradent que la cellulose et les hémicelluloses provoquent la «pourriture rouge» du bois: le bois s'affaiblit, sans néanmoins changer de forme. Exemples: *Piptoporus betulinus*, *Serpula lacrimans*, *Gloeophyllum sepiarium*. Les champignons qui, de plus, dégradent la lignine, provoquent la «pourriture blanche» du bois: celui-ci devient très friable et perd ses teintes brunes dues à la lignine. Exemples: *Pholiota destruens*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma sp.*, *Xylaria sp.*, *Ustulina sp.*, *Trametes sp.*, *Pleurotus sp.*, *Armillariella mellea*.

Une précision encore concernant les litières. Une litière d'aiguilles est acide (pH < 7); on y trouve peu de bactéries, de minuscules acariens et collemboles, mais pas de vers de terre pour produire un brassage. La dégradation se fait sur une dizaine d'années grâce à l'action, par exemple, de *Marasmius androsaceus*, *Lactarius rufus*, *Paxillus involutus*, *Collybia maculata*. Une litière de feuilles est alcaline (pH = 7 à 8), contient beaucoup de bactéries, des microorganismes et des vers de terre, ces derniers assurant un brassage. La dégradation dure de 2 à 5 ans (3 à 4 semaines en forêt tropicale), par l'action de *Collybia dryophila*, *Marasmius recubans*, etc.

Le premier stade de dégradation est la transformation en humus. Il se produit des acides humiques, contenant encore 50 à 80% de carbone et difficilement dégradables. Des champignons tels que *Trametes versicolor* ou *Hypholoma fasciculare* peuvent achever cette dégradation, conduire à la libération de CO₂ et à la transformation d'humus en sol ou terre.

Incrupila aspidii (Lib.) Raitv., ein winziges Pilzchen auf Schildfarnen (Ascomycetes, Helotiales).

Es gibt viele «saprophytische» Pilze, die eine ausgeprägte Wirtsspezifität aufweisen; eine Tatsache, die dem Mykologen beim Bestimmen meistens wesentlich hilft. Bei *Incrupila aspidii* handelt es sich um eine Pilzart, die sich auf eine einzige Farngattung, auf *Polystichum*, spezialisiert hat. Zugegeben, es braucht schon recht gute Augen und besser wohl eine Lupe, um diesen Schlauchpilz zu entdecken. Suchen muss man ihn auf alten, schon braun verfärbten Wedeln des letzten oder vorletzten Jahres. Der Pilz ist nach meiner Erfahrung gar nicht selten, aber er wird wohl seiner Wirtswahl und seiner Kleinheit wegen übersehen. Ist man fündig geworden, dann wird man kleine, weisse Punkte (meist in grosser Zahl und recht gleichmässig verteilt) auf den Farnblättern feststellen können, die auch mit einer Zehnfachlupe kaum als Apothecien zu erkennen sind. Erst mit einer guten Binokularlupe und mit dem Mikroskop zeigen sich die besonderen Merkmale. Die Fruchtkörper werden etwa 0,1 bis 0,2, gelegentlich bis 0,3 mm gross. Das Excipulum, die äusserste Schicht des Fruchtkörpers also, ist mit ganz charakteristischen, die Art kennzeichnenden Haaren versehen (Abb.), die etwas bogig nach innen gekrümmt sind und durch ihre rauhe, körnige Aussenseite auffallen. Die Asci sind relativ klein (20—30×5 µm), der Porus färbt sich mit Jod blau, pro Schlauch sind es 8 einzellige Sporen von 4—5×1 µm (Abb).

Abgesehen von den genannten Merkmalen ergeben sich zusätzliche, sehr interessante Aspekte, die vor allem die Lebensweise des Pilzes betreffen. Soweit das aus meinen Beobachtungen zu schliessen ist, treten die Fruchtkörper nur während relativ kurzer Zeit auf. Schon recht bald nach der Schneeschmelze, von