

DU MYCELIUM AUX PRATIQUES SYMBIOTIQUES

À L'AUBE DE
NOUVEAUX
PARADIGMES

ALEC
VIVIER
REYNAUD

DU MYCELIUM AUX
PRATIQUES SYMBIOTIQUES

À L'AUBE DE NOUVEAUX PARADIGMES

MÉMOIRE DE
RECHERCHE ENSAD

SOUS LA DIRECTION
DE PATRICK RENAUD

ALEC VIVIER-REYNAUD

[TABLE DES MATIÈRES]

PRÉAMBULE	10
GLOSSAIRE D'ESPÈCES FONGIQUES	14
INTRODUCTION	83
[I]	91
AUX ORIGINES DE NOTRE MONDE	
[A] Symbiose mycélienne: L'origine du recyclément des sols	92
[II]	101
FIGURE DU PARASITE	
[A] Omniprésence culturelle & sociétale du champignon	102
[B] Fermentation & Gastronomie: Peupler les assiettes	103
[C] Chronologie & recueils des croyances populaires	108
[D] Le cas du <i>P.polycephalum</i> , organisme intelligent à la lisière des règnes	116
[III]	127
LE MYCELIUM, REPENSEUR DES STRATES DU VIVANT	
[A] Elaborer de nouveaux paradigmes: Fédérer indéterminisme & complexité humaine	128
[B] Tendre vers l'Ambivalence: Réunir les contraires	131
[C] Le Progrès, schéma imaginatif dont pâtit le vivant	133
[D] Revaloriser l'infection comme nouveau modèle de cohabitation	136

141	[IV]
	FABULATIONS SYMBIOTIQUES
142	[A] Le mycète, entité à la croisée des frontières des espèces
145	[B] Au cœur d'une infrastructure d'interconnexions interspécifiques
147	[C] La théorie holobiontique, nouvelle approche symbiotique du monde

159	[V]
	VERS DES PRATIQUES SYMPOÏÉTIQUES
160	[A] Quand le vivant s'invite dans les processus de conception
169	[B] Vers des pratiques en gestation
174	[C] Symbiose & interdisciplinarité: l'amorce de pratiques sympoïétiques
181	Entretien Helena Cruz de Carvalho
185	Entretien Pascale Gadon Gonzalez

327	[VI]
	CONCLUSION
333	[VII]
	INDEX
336	Glossaire
340	Anecdotes sur les fungi
346	Références
348	Table iconographiques
354	Table iconographiques du glossaire d'espèces fongiques

357	REMERCIEMENTS & COLOPHON
-----	-----------------------------

« [...] Quelle plus grande émancipation
que l'extension de votre surface
d'existence aux perspectives d'autres
formes de vie que la vôtre. »

Apprendre à voir : le point de vue du vivant
Esthelle Zhong Mengual

Un champignon disait :
Soumis aux lois des cieux,
Végéter en butte à l'orage
Entre deux points mystérieux
Ou commence et finit un rapide passage
Ignorer ou l'on va, d'ou l'on vient,
ce qu'on est,
Pourquoi l'on meurt, pourquoi l'on naît ;
Jouer, sans le comprendre,
un rôle sur la terre,
A sa postérité léguer tout ce mystère ;
Enfin, être aujourd'hui, ne plus être
demain, Souvent pour satisfaire au bon
plaisir d'un autre,

« Du champignon c'est le destin ! »

« Tu te plains de ton sort »

répartit un Humain.

« Il est pourtant semblable au nôtre. »

Anatole de
MONTESQUIOU

Toute substance organique devient un jour acte de décomposition et de lutte, il serait tentant de suivre la courbe logique de l'évolution, le mycélium, lui, n'est pas qu'une parenthèse dans l'histoire. La cosmologie fongique offre des perspectives au combien positives à explorer.

Enfant, mes pas rencontraient souvent ceux de ces excroissances sur le sol forestier. Ma grand-mère et moi avions cette habitude, celle de se promener quotidiennement parmi ces derniers. Je les voyais de mes yeux, ces [mondes-en-train-de-se-faire] qui nous enserrent. Le mycélium infuse tout type de paysages, reprend la vie pour la redistribuer, désassemble et reconstruit la nature. Il bouleverse profondément les modes d'existence et reformule les fondements de la vie biologique, façonne des écosystèmes et nous replace dans des enchevêtrements d'interdépendance. Figure biologique de la symbiose, il s'amuse des liens avec autrui, et les transgressent sans distinction de frontières. Toujours à tisser à la croisée des mondes, il continue encore aujourd'hui de façonner les écosystèmes de demain. Infixable par nature, on ne saisit jamais le champignon, tout du moins toujours dans un de ces états et une partie de sa transformation

Every organic substance becomes one day an act of decay and of struggle, and it would be tempting to follow the logical curve of evolution. However, mycelium is not just a parenthesis in history. Fungal cosmology offers many positive perspectives to explore.

As a child, my steps often crossed paths with these outgrowths on the forest soil. My grandmother and I had the habit of walking among them daily. I saw with my own eyes these [world in the making] that surround us. Mycelium infuses all types of landscapes, takes back life to redistribute it, disassembles and reconstructs nature. It profoundly distresses the modes of existence and reformulates the foundations of biological life, shaping ecosystems and placing us back in the entanglements of interdependence and co-construction with the environment. As a biological figure of symbiosis, it plays with links to others and transgresses them without distinction of borders. Always weaving at the crossroads of worlds, it continues to shape the ecosystems of tomorrow. Ungraspable by nature, we never fully capture the fungus, at least always in one of its states and a part of its endless transformation. It is the symbol of a dynamism of time: it grows

sans fin. Il est le symbole d'un dynamisme du temps : pousse sur des sols calcinés, aide les arbres à repousser, peuple nos assiettes et crée des communs latents précaires. Il n'en reste pas moins une entité méconnue et extrêmement floue dans l'imaginaire collectif tant on ne connaît de lui que sa partie émergée qui s'invite spontanément durant nos promenades champêtres. Nous lui assignons constamment à la manière du virus toute une connotation négative à base de parasite, d'infection ou encore de monstre du vivant.

En réalité, c'est dans la contamination que peuvent jaillir de nouvelles formes de vie, on parlera ici davantage de symbiose. Pourtant, le mycélium n'est pas plus le façonneur de symbioses que nous le sommes. C'est en ça, que voir au travers du prisme fongique permet d'appréhender nos relations différemment. L'infime n'est pas une échelle, on le désigne subjectivement comme négligeable. L'infime n'a donc a priori pas d'incidence sur un système, un écosystème, ou un environnement, que nous définissons comme fonctionnels et viables.

[Et si le rôle du mycélium nous permettait d'appréhender cette notion d'incidence autrement ? Et si faire corps-à-corps avec le mycélium pourrait nous aider à recon-sidérer et ouvrir nos modes d'existences ?]

on scorched soils, helps trees to regrow, populates our plates, and creates common precarious latents. However, it remains a poorly understood and extremely blurry entity in the collective imagination, as we only know its emergent part that spontaneously appears during our pastoral strolls. Constantly assigning it [in the manner of a virus] a negative connotation based on a parasite, an infection, or even a monster of the living.

In reality, it is through contamination that new forms of life can arise, which we will call here symbiosis. Yet, mycelium is no more the shaper of symbioses than we are. This is why seeing through the fungal prism allows us to apprehend our relationships differently. The infinitesimal is not a precise scale or measure ; it is subjectively designated as negligible. The infinitesimal, therefore, does not have any incidence on a system, an ecosystem, or an environment that we define as functional and viable.

[What if the role of mycelium allowed us to apprehend this notion of incidence differently? What if becoming one with mycelium could help us reconsider and open up our modes of existence ?]

GLOSSAIRE
D'ESPÈCES FONGIQUES



[001]

Amanita citrina

[002]

Amanita excelsa





[003]

Amanita fulva

[004]

Amanita gemmata





[005]

Amanita ovoidea

[006]

Amanita pantherina





[007]

Amanita phalloïdes

[008]

Amanita verna





[009]

Amanita rubescens

[010]

Amanita tue mouche





[011]

Amanita virosa

[012]

Amanita vaginata





[013]

Armillaria ostoyae

[014]

Armillaria tabescens





[015]

Aserœ rubra

[016]

Austroboletus lacunosus





[017]

Boletus aereus

[018]

*Boletus aereus*²





[019]

Boletellus emodensis

[020]

Ceratiomyxa fruticulosa





[021]

Ceratiomyxa morchella

[022]

Chlorophyllum rhacodes





[023]

Clathrus archeri

[024]

Clathrus ruber





[025]

Clavaria zollingeri

[026]

Clitocybe nebularis





[027]

Clitocybe odora

[028]

Collus Pussilus





[029]

Craterellus cornucopioides

[030]

Cyptotrama asprata





[031]

Cyttaria hariotti

[032]

Deconica coprophila





[033]

Entoloma hochstetteri

[034]

Galerina marginata





[035]

*Galerina marginata*²

[036]

Gomphus clavatus





[037]

Gymnopilus junonius

[038]

Gyrodontium sacchari





[039]

Hohenbuehelia petaloides

[040]

Hydnellum peckii





[041]

*Hydnellum peckii*²

[042]

*Hydnellum peckii*³





[043]

Kuehneromyces mutabilis

[044]

Ileodictyon cibarium





[045]

Laccaria amethystina

[046]

Lactarius deterrimus





[047]

Leccinum aurantiacum

[048]

Lenzites betulina





[049]

Lepiota lilacea

[050]

Leucopaxillus giganteus





[051]

Lyophyllum connatum

[052]

Meripilus giganteus





[053]

Morchella esculenta

[054]

Neoboletus xanthopus





[055]

Omphalotus olearius

[056]

Panaeolina foenisecii





[057]

Panaeolus semiovatus

[058]

Panellus stipticus





[059]

Phallales

[060]

Phallus multicolor





[061]

Phellinus igniarius

[062]

Pholiotina rugosa





[063]

Physarum album

[064]

Physarum alpestre





[065]

Physarum cinereum

[066]

Physarum genus





[067]

Physarum leucopus

[068]

Physarum oblatum





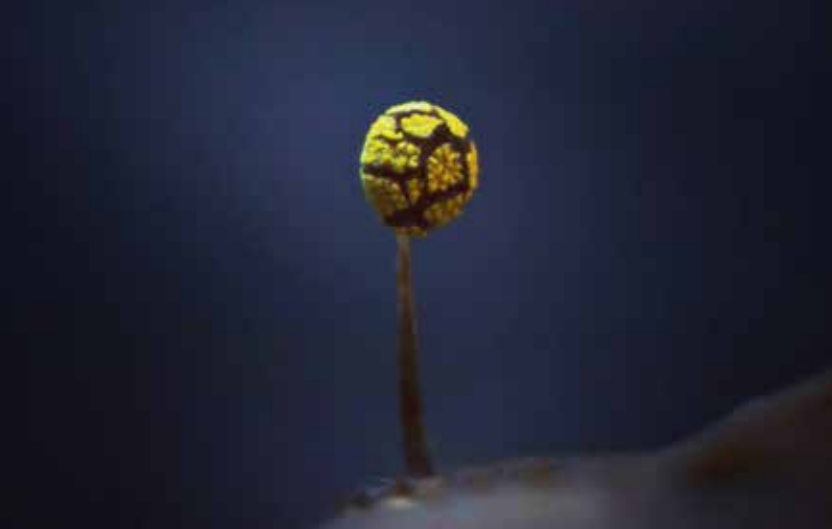
[069]

Physarum psittacinum

[070]

Physarum sulphureum





[071]

Physarum viride

[072]

Pilobolus crystallinus





[073]

Pluteus americanus

[074]

Polyporus umbellatus





[075]

*Polyporus umbellatus*²

[076]

Pseudocolus fusiformis





[077]

Pseudohydnum gelatinosum

[078]

Pycnoporus cinnabarinus





[079]

Ramaria largentii

[080]

Reticularia lycoperdon





[081]

Rhodotus palmatus

[082]

*Rhodotus palmatus*²





[083]

*Rhodotus palmatus*³

[084]

Russula nigricans





[085]

Russula nobilis

[086]

Russula solaris





[087]

Russula torulosa

[088]

Russula virescens





[089]

Russula xerampelina

[090]

Rutstroemia bolaris





[091]

Sarcosypha coccinea

[092]

Sarcosypha jurana





[093]

Sarcosoma globosum

[094]

Schizophyllum commune





[095]

Schizophyllum commune²

[096]

Schizophyllum commune³





[097]

Scorias spongiosa

[098]

Scutellinia crinita





[099]

Sparassis crispa

[100]

Sphaerobolus stellatus





[101]

Stemonitis splendens

[102]

Stereum insignitum





[103]

Strobilomyces strobilaceus

[104]

Strobilurus esculentus





[105]

Stropharia aeruginosa

[106]

Suillus bovinus





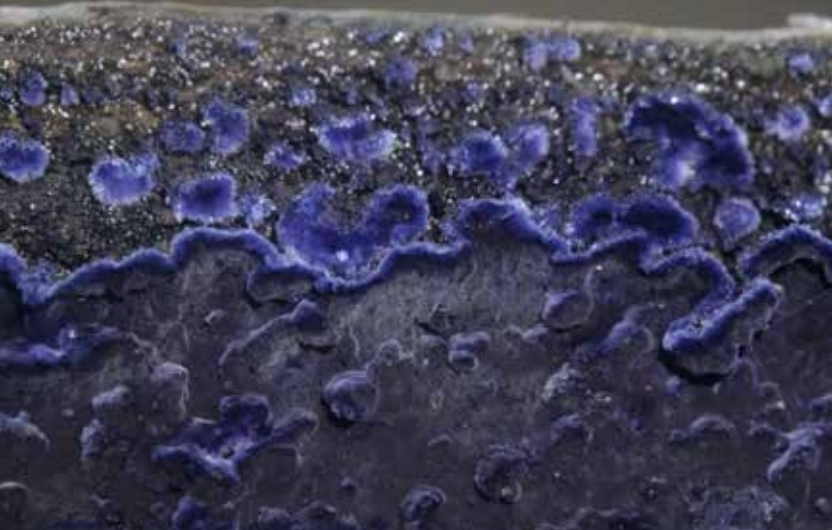
[107]

Suillus flavidus

[108]

Suillus lakei





[109]

Terana caerulea

[110]

Tetrapyrgos nigripes





[111]

Thelephora penicillata

[112]

Trametes hirsuta





[113]

Trametes ochracea

[114]

Tremella foliacea





[115]

Tricholoma bresadolanum

[116]

Tricholoma bufonium





[117]

Tricholoma colossus

[118]

Tricholoma sciodes





[119]

Tubaria dispersa

[120]

Tuber borchii





[121]

Tuber melanosporum



[122]

Volvariella gloiocephala





[123]

Xerocomellus cisalpinus

[124]

Xerula pudens





[125]

Xerula radicata

[126]

Xylaria polymorpha





[127]

Xylaria specie

[128]

Yellow stemonitis



INTRO DUCTION

La vie sur Terre existe depuis des centaines de milliers d'années, il serait tentant de suivre la courbe logique de l'évolution... mais les mycètes ne sont pas qu'une parenthèse dans l'histoire, ils ont traversé et façonné les époques. Comprendre avec ce mémoire l'intérêt aujourd'hui d'analyser le mycélium, c'est d'abord se mettre à un autre rapport d'échelle. En d'autres termes, c'est accepter que nous, [humains], ne sommes plus l'échelle de référence du vivant et que nous sommes en réalité bien plus infime par rapport à l'étude de la microbiologie. Nous ne voyons habituellement pas le mycète dans son entièreté mais uniquement par son fruit, ce capuchon caractéristique hors-sol qui lui est si propre [Fig 001]. Ainsi, nous assumons, pensons que nous cueillons le champignon entièrement quand l'automne pointe le bout de son nez en forêt. En réalité, ce que nous cueillons n'est que l'organe sexuel et reproducteur de ce dernier dont la mission est de disperser les spores. Le reste, continue d'exister sous nos pieds, des kilomètres de filaments mycéliens que nous excluons [Fig 002-019] car invisibles ; alors même que la plupart des mycètes ne produisent pas de fruits visibles. Je ne souhaite pas parler dans ce mémoire exclusivement des organes fruitiers du

champignon mais aussi de ces organismes fongiques de l'invisible que l'on remarque difficilement : des macromycètes aussi bien que des micromycètes³. Cette observation permet la découverte de grands mystères, car pour comprendre le peuple invisible des micro-organismes, il faut passer outre ses complexes scientifiques, voir les limites de ses connaissances et plonger dans la richesse d'un monde insoupçonné. Rencontrer le champignon, c'est faire preuve d'humilité, de discernement et de gratitude. Les messages du champignon sont si nombreux qu'on pourrait s'y perdre. Quand nous le découvrons, nous commençons par nous taire, par l'observer, être attentif, éviter un jugement hâtif. Progressivement, la diversité des champignons reflète notre propre diversité. C'est pourquoi, il vous invite à vous questionner. Il vous entraîne dans les profondeurs de vos pensées pour y trouver l'essence et l'inspiration et enrichir votre imaginaire. La microbiologie fongique induit toute une cosmologie, nous faisons face à des strates innombrables dans l'échelle du vivant : la pluridiversité des mycètes crée cycle après cycle des réseaux multispécifiques qui recyclent et lient toute la chaîne du vivant en combinant végétaux, animaux, microbiens... Penser à l'échelle du mycélium est consi-

déré qu'il existe dans chaque écosystème des mondes — entrain-de-se-faire — qui grouillent, eux aussi fabriquant d'autres écosystèmes.

L'Exercice de la Classification: Casse-tête du Vivant

L'arrivée de l'automne marque souvent le temps d'une année, les feuilles vertes deviennent oranges, les arbres s'assèchent. La plupart des organismes du vivant semble mourir et pourtant un autre monde semble apparaître devant nous. Des masses et des excroissances aux chapeaux

distincts. On estime qu'il existe plus de 2 millions d'espèces différentes de champignons dans le monde. Seulement 144 000 espèces sont décrites. En spéculant et compte tenu de son dynamisme de croissance, il y a sans doute de nombreuses espèces de champignons qui disparaissent sans jamais avoir été découvertes ni décrites. Une vraie effervescence autour de ces curiosités protéiformes du vivant s'est formée. Il était devenu un rituel matinal pour moi que de consulter le reddit [r/Mycology], forum de discussion dédié à la chasse et cultivation des champi-

[3] Les macromycètes sont des champignons dont la fructification (le sporophore) est visible à l'œil nu. Ils s'opposent en cela aux micromycètes qui ne peuvent être observés qu'au microscope, comme les levures ou les moisissures.

de toutes les formes et couleurs nous font maintenant face [Fig 020•026]. Quiconque a parcouru les bois en automne sait avec quelle profusion on y rencontre des champignons, il n'est pas rare d'y revenir le lendemain et de constater l'éclosion d'espèces encore jamais rencontrées. Classifier les Mycètes relève d'un vrai casse-tête tellement ce dernier concentre plusieurs taxons, autrefois uniquement traité comme un seul, il fût peu à peu considéré par la science actuelle comme obsolète car il ne désignait pas un groupe unique d'espèces mais plusieurs taxons

gnons, pour découvrir ce que des inconnus avaient déniché la veille aux quatre coins du monde. Ou encore plusieurs databases en ligne qui s'attachent aujourd'hui à tenter de répertorier cette profusion fongique : Mycobank — plateforme collaborative de recensement de champignons — est un exemple, L'Index Fungorum — base de donnée internationale — en est un autre et propose un éventail du règne fongique en réunissant levures, moisissures et macromycètes. Les mycètes apprennent et investissent le paysage, explorent, nourrissent et se

nourrissent d'autres organismes, ils défendent le territoire et se propagent sur ce dernier. Chaque sous-catégorie du mycète est alors régi par une stratégie de propagation, les moisissures, elles, prolifèrent par la nécrotrophie⁴ qui infecte les tissus vivants de son hôte. Cette stratégie se distingue nettement de la biotrophie⁵ qu'utilisent les macromycètes qui, eux, se nourrissent des cellules de l'hôte sans les détruire via le sporophore, la partie visible et fertile d'un champignon produisant les spores. C'est bien justement leur plasticité génétique, depuis leur mode de vie [symbiose, mycorhize...] jusqu'à leur développement [sporulation, sporophore, nécrotrophie...], qui font des mycètes un organisme hautement évolutif. Longtemps considéré comme des infimes parasites, Pasteur tient à rappeler que [sans eux, la vie deviendrait impossible, parce que l'œuvre de la mort serait incomplète⁶].

Si les êtres microscopiques disparaissaient de notre globe, la surface de la terre serait encombrée de matière organique morte et de cadavres en tout genre. Car les mycètes sont les microorganismes qui assurent le recyclage de notre biomasse, ils donnent à l'oxygène ses propriétés comburantes⁷. Prenons par exemple le cas de la moisissure

et de son cycle de développement pour montrer l'action du mycélium sur l'environnement : le cycle de développement d'une moisissure comprend une phase végétative de croissance et de nutrition, et presque simultanément, une phase reproductive. La germination des spores est à l'origine de la phase végétative. Durant cette phase, la moisissure développe un réseau mycélien permettant la colonisation du support et la recherche de nutriments. Généralement, la présence de ces filaments sur des œuvres [tableaux, tissus...] nous alerte de la potentialité d'une contamination. Ces microorganismes sont hétérotrophes, c'est-à-dire qu'ils se nourrissent de matière organique préexistante où ils puisent les nutriments. Ce mode de nutrition s'oppose aux organismes autotrophes qui fabriquent leur matière organique à partir de la réduction de matière inorganique et d'une source d'énergie externe, comme les plantes qui utilisent l'énergie lumineuse et le gaz carbonique. La décomposition de ces longues molécules, première phase de la digestion du support, entraîne bien évidemment une détérioration des supports. En fin de digestion, la moisissure excrète ses déchets ; ce sont en général des acides, des pigments, qui eux aussi participent à la détérioration des matériaux. Après cette

analyse biologique du mycélium plusieurs questions peuvent se poser.

[Pourquoi et comment le mycélium peut être un sujet d'exploration métaphorique pour l'humain ? Son étude peut-il nous aider à entrevoir autrement la vie ? Et si nous entrions dans un monde réanimé, repeuplé par les points de vue d'autres êtres que nous ? Comment l'inclusion d'organismes vivants peut-il contribuer aux disciplines design et les faire entrer dans des dynamiques mutatoires ? Pourquoi incarner des processus

de nos environnements. Puis dans un second temps, d'éclairer sur la vision commune, parasitaire et préconçue que les humains ont à l'égard des mycètes ; pour mettre en évidence dans un troisième chapitre tous les bienfaits que leur analyse pourrait apporter à l'humanité en concevant des écosystèmes intelligents. Ils pourraient en particulier prendre comme exemple les interactions et les structures que les mycètes façonnent entre eux et pour les autres organismes. Une quatrième partie s'accordera à valoriser un nouveau rapport à

[4] Stratégie parasite d'agents pathogènes. Le nécrotrophe est un organisme hétérotrophe (bactérie, champignon) qui infecte les tissus vivants de son hôte mais tire sa nourriture de tissus tués par lui avant d'être colonisés.

[5] Caractéristique de certains champignons et parasites qui se nourrissent de cellules sans les détruire, comme les mildious et rouilles.

[6] Louis Pasteur Vallery-Radot, Œuvres de Pasteur, Masson et cie, 1939, p. 598.

[7] Le mycélium fongique représente 2/3 de la biomasse microbienne totale du sol.

de coopération intégrale qui vont dans le sens du vivant et nourrissent les métamorphoses de notre société ?]

Ce présent mémoire propose d'appréhender à partir de la vie fongique ; ces différentes questions. Il propose de présenter dans un premier temps les origines du monde et l'impact préliminaire que les mycètes ont eu dans la construction terrestre

la symbiose pour ouvrir finalement sur des visions et des applications par le design. Une compréhension de l'organique pour imaginer les futures interactions entre vivants et non-vivants de demain devra être accompagnée d'une valorisation des pratiques transdisciplinaires et sympoïétiques.

Figures du chapitre	mycélienne se déploie de haut en bas.	humide après s'être flétri - de nouveau en capacité de sporuler.
	Fig 012 Un embranchement d'hyphes formant progressivement du mycelium sur une paroi en verre de microscope. Deux types d'hyphes peuvent être ici observées.	Fig 024 Coprinus comatus Gauche, le sporospore a perdu les 3/4 de son
Fig 001 Photographie de la formation du réseau ramifié et extensif mycelium sous terre.	Fig 013 Anastomose entre des hyphes dans une culture de moisissure.	Fig 025 follicule mais disperse toujours des spores. Coprinus comatus Droite, avec 24h d'intervalle pour le même sporospore, son follicule a pratiquement disparu et il n'est plus en capacité d'émettre des spores.
Fig 002 Mycelium colonisant une boîte de pétri, propagation de réseaux d'hyphes important.	Fig 014 Filaments de mycelium.	Fig 026 Dépôts de spores d'un Marasmius oreades sur papier pendant 20h.
Fig 003 Zoom de germes émergeant de spores mycéliens.	Fig 015 Champignon cultivé Agaricus bisporus.	Fig 027 Étapes du cycle de vie de Chytridiomycètes au microscope électronique. Structure externe d'un Chytridiomycète.
Fig 004 Ramification d'hyphes sur le bord d'une surface en agar.	Fig 016 [B] Scan microscope électronique de la surface d'une lamelle baside montrant la croissance des spores.	Fig 028 Structure interne d'un Chytridiomycète.
Fig 005 (x 85 000) Zoom d'un protoplaste de Collemata cristatum, détails de corps concentrique enserrés d'hyphes.	Fig 017 [C] Zoom microscope du fruit de deux spores basides. [D] Impression du sporophore en déposant le capuchon du mycète face vers le bas sur une surface.	Fig 029 Observation au microscope électronique de spores du Phytophthora palmivora. Détails d'un spore au sein duquel se développe un court flagelle.
Fig 006 Avant, Buellia stillingiana dans un substrat agar.	Fig 018 [C] Zoom microscope du fruit de deux spores basides. [D] Impression du sporophore en déposant le capuchon du mycète face vers le bas sur une surface.	Fig 030 Détails d'un flagelle, apparence de fins poils.
Fig 007 Après, Colonie de la Buellia sous forme d'hyphes côtelées.	Fig 019 Observations microscopiques du mycelium d'un Basidiobolus ranarum. [B] Grossissement montrant les hyphes.	Fig 031 Illustrations montrant les différents patterns d'agrégation et d'expansion via le D. minutum. Chaque étape considère une augmentation de la concentration d'amibes [de gauche à droite]. Dans certains cas [milieu] la souche centrale se désintègre.
Fig 008 Embranchements d'un Agrocybe gibberosa colonisant un carton humide.	Fig 020 Dessous du sporophore d'un Polyporus squamosus presque à maturité, montrant les pores des tubes hyméniaux.	
Fig 009 Phénomène d'agrégation dans une moisissure Dictyostelium discoideum Haut, scan amplifié d'un flux mycélien. Bas, scan amplifié d'une agrégation terminée.	Fig 021 Dessus du sporophore d'un Polyporus squamosus presque à maturité, capuchon couvert d'écaillés marron.	
Fig 010 Haut, scan amplifié d'un flux mycélien. Bas, scan amplifié d'une agrégation terminée.	Fig 022 Sporophore d'un Polyporus squamosus développé dans un rondin de bois en absence total de lumière, durant trois semaines.	Fig 032 Les moisissures se développent exclusivement en forme concentrique pour maximiser leur chance de nourriture.
Fig 011 Mycelium migrant le long d'une surface en carton. Les bords de la colonie	Fig 023 Marasmius oreades — Gauche, sporophore flétri à cause de sécheresse. Droite, même sporophore réinséré en condition	Fig 033 Phase prématurée des spores du Penicillium claviforme, mycelium recouvrant progressivement la surface.

Fig Développement en
034 zones de synnema d'un
Penicillium claviforme.
Amas d'embranchements
d'hyphes alignés parallè-
lement aux autres.

Fig Étapes de développement
035 de la moisissure Dictyos-
036 telium discoideum.
037 Chaque photographie
038 représente un temps
039 d'interval d'environ une
040 heure et demi.

Fig Dictyostelium discoideum
041 dans une boîte de
042 pétri, substrat agar. Dans
043 l'ordre, phase d'agrèga-
044 tion(4), de migration(5),
045 fructification(6), et le spo-
046 rophore contre l'agar(7)
047 permettant de montrer
ses cellules souches
et spores.

Fig Fusion de deux
048 sporophores de P. polli-
dium se rejoignant sur
une matière organique,
ici du charbon.

Fig Étapes successives
049 d'évolution de fructifica-
tion d'une moisissure D.
polycephalum.

Fig Rencontre, agrégation et
050 fusion de plasmodium de
Fig deux moisissures.
051

Scan d'images micros-
Fig copiques de cellules de
052 moisissures à différentes
étapes de culture. Haut,
jour 1 - milieu, jour 3 -
bas, jour 5.

AUX
ORIGINES
DE NOTRE
MONDE

I

Avec le Big bang apparut l'univers, avec la Terre apparut la formation des continents, pour plus tard laisser place à la naissance de l'homme en Afrique. Des étapes clés de l'histoire certes, mais qui nous font bien souvent oublier que le cœur même de la création de nos écosystèmes relève bien plus de l'aboutissement d'une série de discontinuités : vie aérobie, vie sur terre, lichens, fougères, plantes pour aboutir aux arbres. Les discontinuités sont des inventions comme la graine, la fleur, l'écorce, le cône ou encore la sexualité des plantes, la synthèse chlorophyllienne, la coévolution des plantes et des champignons... Aux origines de notre Terre, vers 4,6 milliards d'années, il n'y avait en effet pas de trace d'oxygène dans l'atmosphère. Cette dernière était constituée à 98% de CO² et la température des continents si chaude qu'aucune vie n'y aurait été possible. La vie est apparue dans les océans à partir du CO² — gaz carbonique et de l'oxygène. Les premiers êtres vivants bactériens étaient donc anaérobies. L'apparition de la vie date de 3,9 milliards d'années, la formation de l'oxygène atmosphérique de 2 milliards d'années, la formation de l'ozone de 1,6 milliards d'années, les premières algues de 1,2 milliards d'années, la conquête par la vie de la terre

ferme de 400 millions d'années. En effet, il y a 420 millions d'années, la vie végétale des océans commence à coloniser les terres émergées, mais comment ? Sans racines, ni tiges, ni feuilles, les algues sont dans l'incapacité de capter les nutriments du sol... c'est alors qu'apparaît à la surface un allié de taille qui leur permettra de devenir des plantes terrestres : les mycètes [Fig 053]. La première symbiose liant mer et terre est ainsi née : la mycophycobiose donne naissance aux premiers Mycophycobiontes de l'Histoire [Fig 054-056]. [L'algue s'occupe de réaliser la photosynthèse tandis le champignon lui transfère des minéraux du sol, une adaptabilité lente s'opère et les premières diversités de plantes terrestres pointent le bout de leur racine.] Les résultats de cette diversification sont par ailleurs visibles en détail dans un fossile du début du Dévonien connu sous le nom de Chert de Rhynie.¹¹ [Fig 057].

[A] Symbiose Mycélienne: L'origine du recyclage des sols

Il est également clair que les premières plantes qui ont investi la Terre ne se sont pas contentées de donner superficiellement un peu de couleur aux paysages ternes des continents désertiques [Fig 058-063]. Elles ont considérablement accéléré

la décomposition naturelle des roches, rafraîchi l'atmosphère notamment grâce leur symbiose avec les mycètes. Nous y reviendrons plus tard en détail, mais la théorie darwinisme fut une révolution pour la compréhension du vivant. Avant Darwin, des insectes bourdonnant autour de fleurs aux couleurs éclatantes ne pouvaient former uniquement qu'un tableau charmant. Avec sa théorie, cette scène se charge d'une signification biologique capitale. Les couleurs et les

fleurs rouges mais ignorent les bleues et les violettes. Les fleurs pollinisées par les papillons de nuit ont tendance à être ternes, mais exhalent leurs fragrances durant la nuit. Et les fleurs pollinisées par les mouches, insectes qui se nourrissent de matières putrides, imitent parfois l'odeur pour nous, de la puanteur de la viande pourrie. Cet exemple, en apparence, futile et descriptif, illustre pourtant bien le fait que le vivant ne met pas à l'œuvre l'évolution

[8] Vivant en dehors de présence d'oxygène.

[9] Phénomène symbiotique où l'organisme est formé d'une algue pluricellulaire et d'un mycète hébergé à l'intérieur de l'algue. L'appellation de mycophycobiose fut introduite par Jan.

[10] Quatrième période du Paléozoïque qui s'étend de -418 millions d'années à -359 millions d'années.

[11] On trouve sur le Chert de Rhynie des algues d'eau douce "Charophytes, des champignons" dont les premiers Ascomycètes identifiés avec certitude et même le premier lichen connu le "pseudo-lichen". *Winfrenatia reticulata*, dans lequel le photobionte est une cyanobactérie mais dont l'organisation est inconnue dans les lichens actuels).

odeurs des fleurs s'étaient adaptées progressivement aux sens des insectes. Les abeilles sont attirées par les fleurs jaunes et bleues, mais elles ignorent les rouges, parce qu'elles ne voient pas la couleur rouge. Leur capacité de voir au-delà du violet est exploitée par certaines fleurs, qui utilisent des marqueurs ultraviolets — appelés guides à nectar, pour guider les abeilles vers leurs nectaires. Les papillons, qui ont une bonne vision du rouge, fertilisent les

des plantes, mais la coévolution et adaptation des plantes et des insectes. Il en va de même pour tous ces fabuleux spécimens de mycètes qui jonchent nos sols. À côté de cette vision scientifique qui nous éclaire sur l'évolution des espèces, il existe un grand nombre de recherches sur internet qui associent les mycètes à la notion de moisissure visible dans la vie quotidienne.

[4,5 MILLIARDS]
BIG BANG
APPARITION
DE LA TERRE

[550 MILLIONS]
BIG-BANG DU
CAMBRIEN

[3,9 MILLIARDS]
NAISSANCE
DE LA VIE

[420 MILLIONS]
SYMBIOSE
CHAMPIGNON-
ALGUES

[3,5 MILLIARDS]
PROCARYOTES
& CYANO
BACTÉRIES

[400 MILLIONS]
CONQUÊTE DE LA
TERRE FERME

[2,2 MILLIARDS]
NAISSANCE
EUCARYOTES

[200 MILLIONS]
ÉPOQUE
DES DINOSAURES

[2 MILLIARDS]
OXYGÈNE
ATMOSPÉRIQUE

[160 MILLIONS]
PREMIERS
MAMMIFÈRES

[1,6 MILLIARDS]
FORMATION
DE L'OZONE

[7 MILLIONS]
PRIMATES
HOMONIDÉS

[1,2 MILLIARDS]
PREMIÈRES
ALGUES

[3 MILLIONS]
TRACES
HUMAINES

[-4,5MD]

*Apparition Terre &
Formation de l'hydrosphère*

[-3,9MD]

*Naissance
de la vie*

[-2MD]

*Oxygène
atmosphérique*

[-1,6MD]

*Formation
de l'Ozone*

[-420MILL]

*Symbioses entre
champignons & algues*

*Transition du m
vers le sol terrestre
entre mycète*

[-200MILL]

*Epoque des
dinosaures*

[-160MILL]

*Premiers
Mammifères*

[-3,5MD]

*Procaryotes
& Cyanobactéries*

[-2,2MD]

*Naissance
Eucaryotes*

[-1,2MD]

*Premières
algues*

[-550MILL]

*Big-bang
Cambrien*

*milieu aquatique
grâce aux symbioses
des algues*

[-400MILL]

*Conquête du
milieu terrestre*

[-7MILL]

*Primates
Hominidés*

[-3MILL]

*Premières traces
Humaines*

- | | | | |
|------------|---|---|---|
| Fig
053 | [A] Vue schématique du tissu de lichen, dans lequel sont englobées les cellules lichéniques. [B] Pré-symbiose entre les cellules de lichen et les hyphes du mycelium. [C] Post-symbiose et formation du réseau ramifié du mycelium autour des cellules d'un lichen. [D] Entremêlement final entre les hyphes autour des cellules. | Fig
057 | Chert de Rhynie, dépôt sédimentaire contenant des fossiles de l'époque Dévonienne. Notamment les premières symbioses algues-mycètes. |
| Fig
054 | Planche illustrative des lichens d'Ernst Haeckel (1834-1919). | Fig
058
059
060
061
062
063
Fig
064 | (x 0,9) Observations microscope de Mary Silk, spécimen de lichens & filaments de mycelium.

Planche de spécimens basidiomycètes sur des débris de bois avec leur sporophore apparent. |
| Fig
055 | Planche illustrative des mycètes d'Ernst Haeckel (1834-1919). | Fig
065 | Polyporus squamosus, section d'une partie hyméniale du sporophore. Environ 2/3 taille normale. |
| Fig
056 | (x 0,9) Observations microscope, spécimen de lichens <i>Dimelaena oreina</i> , gauche. <i>Pseudevernia furfuracea</i> , droite. | | |

FIGURE DU PARASITE

L'IMAGERIE COMMUNE DU PARASITE
COMME VISION PRÉCONÇUE DES
MYCÈTES PAR LES HUMAINS

II

Le parasitisme reste, au 19^e siècle et au-delà, le cadre de référence pour penser les relations inter-espèces. Dans le cas du lichen, la relation est souvent présentée comme une relation maître-esclave. Le biologiste James Crombie décrit le champignon comme [un parasite qui est habitué à vivre du travail des autres ; ses esclaves sont les algues vertes qu'il a recherchées et auxquelles il s'est accroché, pour les forcer à se mettre à son service]. Les microbes sont également décrits comme des voleurs n'étant là que pour [voler à leur 'hôte' l'héritage qui leur

soi/non-soi et postulant que le rôle du système immunitaire serait la seule défense de l'intégrité de l'organisme contre tout élément étranger. Enfin, un certain darwinisme, notamment spencérien, pose la compétition et le conflit, dans le cadre d'une lutte individuelle pour la survie, comme les relations premières entre deux individus ou deux espèces [Fig 066-067]. La nature serait alors le théâtre des comportements égoïstes des individus. Il n'y a qu'à porter notre regard sur le vocabulaire guerrier — invasion, menace, infection, protection et défense

[12] James M. Crombie, "On the Algo-Lichen Hypothesis", *Journal of the Linnean Society of London, Botany*, p. 259

[13] Jan Sapp, "The Dynamics of Symbiosis: an Historical Overview", *Canadian Journal of Botany*, 2004, p. 1051.

revenait de droit]. En plus d'être de flotter dans l'air, les microbes, et donc entre autres les bactéries, viennent infecter des lignées supposément pures.

[A] Omniprésence culturelle & sociétale du champignon

Les recherches sur les symbioses s'inscrivent de plus dans un contexte dominé au 19^e siècle par la théorie des germes de Pasteur, ne considérant les bactéries que comme pathogènes et cause de maladies et au 20^e siècle par l'immunologie reposant sur une stricte division

des frontières — utilisé pour décrire le fonctionnement du système immunitaire, pour se rendre compte des mots similaires entre biologie et métaphores militaires et nationalistes. La menace vient toujours de l'extérieur, la division soi/autre se calque sur des métaphores associant pathogénicité et étrangeté [Fig 068]. La défense devient la supposée intégrité et pureté des corps, comme d'un modèle de pureté nationale. Le corps pur ne doit pas être souillé par ce qui vient d'ailleurs [Fig 069]. Des systèmes de pensées qui entravent bien souvent de penser la nature autrement que sur un

modèle individualiste et égoïste en termes de gains, de perte, de vol, de profit et de propriété. Ces récits reposent finalement sur autant qu'ils génèrent la production de dichotomies hiérarchisées dépourvus de nuances — intérieur/extérieur, soi/autrui —. Soyons réalistes, nos premières expériences vécues avec les micromycètes — moisissures ou autres levures — ont rarement été un succès. Nous les avons toujours perçus comme des opportunistes, des prédateurs attendant l'unique moment d'inattention de notre part pour engloutir notre nourriture fraîchement achetée. Cette première interaction a souvent préfiguré un combat contre une vision préconçue du parasite. Pourquoi éprouvons-nous autant de dégoût à l'égard de la moisissure ? Puisque nous avons perçu la moisissure sous l'angle du pourrissement, il nous apparaît impensable d'imaginer sa capacité seconde de convertir la mort en distributeur de vie. La pourriture n'a jamais eu bonne presse, peut en témoigner son antonyme [amélioration] sur le CNRTL qui participe à entretenir toute une imagerie autour de ce micro-organisme. Réfutant ses potentialités de tout ordre et le plaçant au rang d'anomalie alors qu'il est la source principale de l'équilibre biologique. Dans l'imaginaire, le terme de moisissures représente

des champignons microscopiques qui altèrent des produits ou des matières [Fig 070-071]. Celles-ci n'ont pas d'yeux ni d'oreilles ; elles sont pourtant capables de percevoir les autres organismes et s'en emparer. À part de certaines règles de la biologie, cette observation a amené à marginaliser tous ses bienfaits et à la ranger dans la case des parasites et autres nuisibles. Ainsi, l'image que l'on se fait de la moisissure provient d'enjeux sociétaux et culturels. Ces derniers entretiennent bien le fait que la moisissure est intrinsèquement relative à sa vision d'elle-même [Fig 072-073-074-075,076]. Si l'humain a si peur du mycélium, alors pourquoi peuple-t-il nos assiettes aux quatre coins du monde avec ce mycélium et cela depuis des milliers d'années ? L'appréhension du mycélium apparaît avant tout comme une histoire culturelle. Ne serait-ce déjà sur le plan culinaire, chaque culture a voulu, à un moment de son histoire, s'emparer de [ce monstre] de la biologie et favoriser une coexistence avec son environnement, en grande partie pour ses bénéfices gustatifs et conservateurs. [Fig 077-078]

[B] Fermentation & Gastronomie: Peupler les Assiettes

Il est par ailleurs intéressant de retourner dans le passé et d'observer les mutations sémantiques du terme fermentation que l'on associe à nos protagonistes moisissures et levures. Dérivé de *fervere* — bouillir, ce terme désignait à l'origine tous les phénomènes dans lesquels on voyait une masse liquide ou pâteuse se soulever, se boursoufler en dégageant des gaz sans cause apparente ou connue. Le moût de raisin qui bouillonne dans la cuve de vendange, par suite du dégagement d'acide carbonique, la pâte de pain qui se soulève lorsqu'on l'a additionnée de levain sont les plus frappants parmi ces phénomènes. Plus tardivement, on observa des phénomènes d'un autre genre dans lesquels des corps se modifiaient aussi spontanément en apparence, mais sans dégagement de gaz, sans boursoufflement : il était alors temps pour la fermentation de s'inscrire de manière plus ouverte dans les phénomènes mutatoires. Ainsi, telles sont la transformation du vin en vinaigre, la digestion des aliments, etc. La signification première de l'expression [fermentation] a donc évolué puisque le caractère commun de tous les phénomènes auxquels on l'appliquait pouvait également induire une part de spontanéité. En 1835,

le physicien Cagniard-Latour découvrait la nature vivante de la levure de bière et il émettait sur le rôle de cet organisme dans la transformation du sucre en alcool et acide carbonique, une opinion que nous devons considérer comme ayant conduit à la conception moderne des fermentations. Cette vision de la fermentation comme d'un état de vie se formula simultanément avec les travaux de Pasteur : l'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital, commençant et s'arrêtant avec ce dernier. Pasteur entend notamment qu'il n'y ait jamais fermentation alcoolique sans qu'il n'y ait simultanément organisation, développement, [multiplication de globules ou vie continuée, poursuivie, des globules déjà formées]. Les ferments dérivent tous directement d'organismes vivants au sein desquels ils prennent naissance. Ainsi nous apprenons que les ferments sont résolument spontanés, mais le sont-ils réellement ? D'un point de vue bio-chimique Louis Pasteur démontre qu'ils le sont. Pourtant leur apparition n'a aujourd'hui rien de spontané dans l'absolu puisque nous connaissons et que nous cultivons à notre fantaisie les organismes vivants qui peuvent les déterminer. Cependant, sans ces organismes vivants, pas de

fermentation, et sans fermentation beaucoup de spécialités culinaires n'en seraient aujourd'hui que bien moins savoureuses. Le miso, le saké, la sauce soja ou le kimchi [Fig 079-080-081-082-083-084] sont par exemple les fondements de la cuisine asiatiques... Nous, occidentaux, y avons trouvé notre compte dans le fromage [Fig 101-102-103], le pain, le saucisson ou encore le vin. Progressivement, à force d'observations et d'expérimentations réitérées, les hommes se sont mis à cultiver certaines espèces de décomposeurs afin de s'en assurer un approvisionnement plus régulier. La myciculture est née en Chine, il y a bien longtemps [Fig 093]. De vieux grimoires, qui circulaient dans l'empire du Milieu sous la dynastie Song [960-1127], décrivent la culture du Lentin du chène — *Lentulina edodes*, ou Shiitake. Bien d'autres espèces de champignons lignicoles ont été domestiquées au cours des siècles [Fig 097-098-099-100]. Le *Botrytis cinerea* est par exemple une espèce de champignon parasitaire considérée à la fois comme une maladie et comme une pourriture noble. Cette moisissure est à l'origine de la maladie de la [pourriture grise] qui endommage plusieurs cultures d'intérêt alimentaire – raisin, fraise ou tomate par exemple [Fig 104-105-106] – lorsque l'humidité est très forte. Elle est élevée au rang de [pourriture

noble] dans un contexte particulier : la production de vins liquoreux (plus forts en sucre) [Fig 094-095-096]. Elle endommage la peau du raisin, ce qui permet l'évaporation de l'eau du fruit, l'augmentation de la concentration en sucre et une macération qui crée l'arôme du vin. Mais ce choix d'inclure la fermentation ou de domestication des bactéries n'est pas anodin. La fermentation possède une dimension culturelle forte, quasi universelle. La spécialiste de la cuisine coréenne Luna Kyung interroge via la fermentation l'acte de manger. Pour elle, la cuisine est comme une sublimation de la chair organique, partant au départ de quelque chose de [sale] pour la sublimer. La grande différence culturelle entre l'Occident et l'Asie, se traduit par le fait que les Asiatiques assument beaucoup plus ce côté organique et animal de la nourriture. Manger du fermenté, c'est comprendre que l'on mange du vivant. Le boulanger ne compose pas avec les bactéries en les subissant, il collabore avec ces dernières : le pain ne vient ainsi pas à la vie [malgré] mais [grâce] aux levures. Le boulanger a appris à affiner sa compréhension et son lien avec ces organismes telle une symbiose. Le pain est avant tout la métaphore parfaite de la matière vivante, s'intéresser à la

manière dont il se façonne, c'est aussi se plonger dans le monde de la microbiologie des sols. Un bon pain est caractérisé par ses alvéoles aériennes [Fig 107-108], la qualité de ces dernières dépend intrinsèquement du temps de fermentation, de la qualité de la farine, pousse de la pâte, force boulangère, taux d'humidité du paton... [Fig 109-110] Autant de paramètres sur lesquels le boulanger pourra varier en vue de sa matière finale. Les boulangers qui ont perfectionné leur art considèrent le pain comme d'un produit vivant, sujet à maintes fluctuations, c'est en tout cas ce que soutient Frédéric Lalols, meilleur ouvrier de France boulanger en 1997. De mon point de vue, la qualité du pain dépendra ultimement du lien que le boulanger aura réussi à tisser avec cet organisme vivant, et c'est ce qui rend le processus de fermentation aussi exaltant.

Malgré mon attention de faire une part belle aux idées de symbiose et de toutes autres relations mutualistes, cette partie n'exclut pas que le parasitisme et toute son imagerie négative font bien entièrement partie de l'ordre du vivant [Fig 111-112-113-114]. Sous certaines influences, des animaux peuvent par exemple s'offrir en sacrifice à leurs prédateurs du fait d'un phénomène parasitique.

Pour cela, les parasites ont pris les commandes. C'est le cas d'un ver plat, la petite douve du foie [*Dicrocoelium dendriticum*]. Cet invertébré a un cycle de vie complexe qui nécessite qu'il soit hébergé, à différents stades, par trois hôtes-animaux. Le tout dans un ordre bien précis. Et comme si cela ne suffisait à lui corser la tâche, il va lui falloir imaginer les moyens de passer d'un hôte à l'autre, en l'occurrence l'escargot, la fourmi et le mouton. Les excréments infectés du mouton vont contenir des œufs du parasite. Il est relativement facile, une fois au sol, d'imaginer de voir passer par là un escargot qui va se faire infecter. Les œufs vont devenir des larves, appelées cercaires. Elles se placent dans les petites bulles de mucus du système respiratoire de l'escargot. Celui-ci va en expectorer. Voici nos larves de nouveau au sol. Pas de grandes difficultés donc à se trouver sur le chemin des fourmis. Celles-ci, en mangeant ce mucus, vont être infectées. La larve va de nouveau se transformer [en métacercaires]. Et c'est là que ce petit ver va réaliser un exploit renversant. La petite douve va, on ne sait trop comment, prendre le contrôle de l'énorme fourmi [à son échelle de minuscule larve]. La fourmi parasitée va grimper sur un brin d'herbe, s'installer en haut, et, laissant tomber toutes ses autres

tâches de fourmi, attendre
des heures et des heures
qu'un mouton vienne l'avalier
par inadvertance.

[C] CHRONOLOGIE & RECUEILS
DES CROYANCES POPULAIRES

[1856]
INCARNATION DE
LA MÉFIANCE

[1860]
SYMBOLE DU
SOUPÇON

[1979]
LE PARAPLUIE DE
LA MORT¹⁴

[1988]
INFECTION
& ALLERGIE¹⁵

[2008]
SYMBOLE NOTRE
INCARNATION

[2019]
SAUVEUR DE
NOTRE MONDE

[14] "Parapluie d'une personne morte" contraste avec "balançoire des morts", expression qui désigne le chèvrefeuille (*Lonicera ciliosa*, Pursh.) D. C.), une plante qui n'a pas d'usage connu de manière certaine. Nous pensons que le trait pertinent est ici "faire disparaître" ou "faire apparaître".

[15] Les mycoses sont d'autres formes de champignons qui vous interrogent sur une question de territoire, de difficulté à poser ses limites et d'envahissement. D'autres Champignons sont hallucinogènes, et le Champignon renversé vient vous parler de ces hallucinations. Parfois vous pouvez être illusionné par vos propres croyances et visions et provoquer un grand nombre d'émotions et de cataclysmes internes qui ne reposent sur aucune base objective. Enfin, le champignon renversé vient vous parler d'empoisonnement. Il existe différentes sortes d'empoisonnement. Il peut s'agir d'un empoisonnement relationnel, psychique ou émotionnel. Dans tous les cas, le champignon renversé vous invite à oser vous rencontrer dans la totalité. En lâchant le contrôle, le connu, le champignon vous aidera à incarner la puissance de votre incarnation.

[1859]

Les uns les appelaient fleurs de la terre, et croyaient que leur développement n'était dû qu'au hasard ; les autres les regardaient comme un résultat des pluies d'orage, et cette supposition était en quelque sorte justifiée par cette remarque déjà faite, que c'est au moment des fortes pluies de l'été et de l'automne que les champignons se développent à profusion dans les champs, les bois et les prés. Théophraste, Dioscoride et Pline les prenaient pour des viscosités végétales qui revêtent une organisation ; d'autres croyaient qu'ils étaient amenés par les maladies des végétaux ; les truffes étaient engendrées par le tonnerre ; on les considérait aussi comme des gnomes produits par les racines des arbres. Pline doutait que la truffe fût un être organisé.

[Jean-Baptiste Barla, auteur de *Les Champignons de la province de Nice*. Imprimerie Canis Frères.]

[1866]

Tous avaient les idées les plus fausses sur leur nature, les uns les regardaient comme une pîtuite des arbres ; les autres, remarquant leur plus grande abondance après les pluies, et

surtout les pluies chaudes ou orageuses, les considéraient comme une sécrétion, un excrément de la terre auquel le tonnerre n'était pas étranger. Ne leur connaissant ni feuilles, ni fleurs, ni fruits, ni racines, ils ne les classaient pas parmi les végétaux.

[Emile Boudier, *Des Champignons au point de vue de leurs caractères usuels, chimiques et toxicologiques*, Éditions J. B. Baillière et fils, 1866]

[2004]

Les champignons sont mystérieux. L'essentiel de leur vie se passe sous terre à l'abri des regards indiscrets. Certains, comme les truffes, fructifient même dans le sol, si bien que nul ne crut Pietro Antonino Micheli lorsqu'il identifia, en 1729, ces concrétions que l'on nommait volontiers [excréments de la terre] à une fructification d'ascomycète. Quand, de la vie souterraine du mycélium, poussent des [carpophores], cette fructification est fantasque, surprenante, évanescence... comme un [caprice de la nature]. Ces champignons si étranges peuvent introduire à un monde mystérieux. Comme il se trouve que certains d'entre eux ont des

vertus psychotropes, il est tentant d'en faire les agents d'un voyage dans l'au-delà durationnel. On peut, à l'inverse, s'investir dans le savoir, partir non point pour un voyage psychédélique, mais à la découverte d'un monde mystérieux. Comme le monde à découvrir est immense et qu'il réserve à chaque pas des surprises, le savoir fera appel à l'imagination plus qu'à l'imaginaire, à la gamberge plus qu'au rêve. [Raphaël Larrère, dans son article intitulé 'Champignons sauvages : initiations et savoirs', Ethnologie-française, vol. vol. 34, 2004]

[2008]

L'amanite tue-mouches — champignon hallucinatoire par excellence de l'Europe — n'est-elle pas, avec son chapeau rouge tacheté de blanc, le symbole même du poison et de la sorcellerie dans l'imagerie traditionnelle ? Or, il est au moins douteux qu'elle tue les mouches, et son principe actif, la muscarine, ne résiste pas à la cuisson. Plusieurs langues européennes — et africaines — l'associent bien aux mouches ; mais d'autres, comme l'anglais, voient en elle le [siège du crapaud]. Ne serait-ce pas, demandent V.P. et R.G. Wasson, parce que le crapaud d'une part,

les mouches et la vermine de l'autre, sont considérés comme des animaux diaboliques ? Au cours d'une très curieuse digression philologique, ils rapprochent le Diable, le [Pied-Bot], de deux termes dialectaux d'une région de la France comprise entre le Forez et la Franche-Comté : bo, bot, pour crapaud, et botet pour champignon. De façon plus décisive, ils semblent avoir établi l'énorme aire de diffusion de la racine indoeuropéenne qui a donné naissance au latin fungus. [Claude Lévi-Strauss, dans 'Dis-moi quels champignons...!']

ASIE

Le champignon, et plus particulièrement en Chine l'agaric, est un symbole de longévité. La raison en est peut-être que, après séchage, il se conserve très longtemps. Il figure dans les attributs du dieu de longévité. Les Immortels le consomment, associé à la cannelle, à l'or ou au jade. Ils en obtiennent. Par ailleurs, l'agaric [ling-tche] est censé ne prospérer que dans la paix et le bon ordre de l'Empire. Sa végétation est donc le signe d'un bon usage du mandat céleste. [Dictionnaire des symboles, 1969, de JeanChevalier et Alain Gheerbrant]

L'ouvrage Tchouang-tseu considère en outre la multiplicité des champignons nés d'une même humidité comme l'image des modalités impermanentes de l'être, apparitions fugitives d'une seule et même essence.

AFRIQUE

Pour certains peuples bantou du Congo central, le champignon serait également un symbole de l'âme. On parle chez les Lulua du champignon de la cour et du champignon de la brousse pour évoquer le monde des vivants et

celui des morts. Un sage ajoute : un champignon dans la cour et un champignon dans la brousse sont un même champignon.

AMÉRIQUE DU NORD TRIBUS ALGONQUINES

Les fungus étaient considérés comme l'une des manifestations des puissants esprits logés dans les arbres les plus anciens.

CHINE

Les champignons sont les [fruits de la terre], qui naissent de la rencontre entre le principe essentiel terrestre, le Jing, et l'humidité des nuages. C'est pourquoi leur pharmacopée les pare de mille vertus, et que les Chinois les consomment quotidiennement, frais ou séchés, dans les soupes, le riz ou le thé.

SIBÉRIE

Les âmes des morts sont réincarnées sous forme de champignons et renvoyées ainsi sur la Terre par la foudre.

NÉPAL

Moins connue [que leur usage comme combustible] est l'utilisation des polypores comme masques tribaux primitifs pour les cérémonies chamaniques. [Dans le blanc des yeux :

masques primitifs du Népal] de Marc Petit, Francis a été fasciné par l'intense étrangeté de ces masques sculptés dans de gros polypores : gueules de monstres et de démons portées par les sorciers, lors des fêtes ou des rituels chamaniques dans les villages reculés de l'ancien royaume du Mustang, au Népal. Ces masques sont travaillés dans les plus grosses consoles de Ganoderme plat [Ganoderma applanatum], de Faux Amadouvier [Phellinus igniarius] ou d'Unguline marginée, récoltées sur de très vieux arbres. Les fructifications étaient évidées, ne laissant que la croûte supérieure, très dure, dans laquelle les yeux et la bouche étaient sculptés. J'avais l'impression de me trouver face à de vieux guerriers burinés par les vents et le soleil. Des consoles de polypores étaient également taillées et utilisées comme masques rituels par les tribus algonquines d'Amérique du Nord. Ils étaient considérés comme l'une des manifestations des puissants esprits logés dans les arbres les plus anciens. De même, le premier roi des Ouïghours ne serait-il pas né d'un champignon nourri de la sève des arbres ? Chez les Toungouses de

Sibérie, les âmes des morts sont réincarnées sous forme de champignons et renvoyées ainsi sur la Terre par la foudre. [Francis Martin dans son ouvrage intitulé 'Sous la forêt. Pour survivre il faut des alliés'.]

EGYPTE

Dans l'Égypte antique, les champignons étaient un met rare et très prisé. Les prêtres du Nil le voyaient comme un symbole d'immortalité divine. Seuls le pharaon et ses proches pouvaient en consommer. Parfois aussi, ils servaient d'offrandes à de puissantes divinités.

Nous l'avons bien compris, les mycètes ont été sujet à de multiples critiques par le passé. Pourtant leurs études font qu'il est aujourd'hui possible de réinterroger la notion d'intelligence et d'éclairer la nature sur ces fabuleuses qualités d'adaptabilités.

[D] Le cas du *P. polycephalum*, organisme intelligent à la lisière des règnes

[14] Non loin de Dallas, au Texas, Marie Harris découvre un matin dans son jardin, une chose étrange qu'elle décrit comme "mousseuse, crémeuse et jaune pâle, similaire à une omelette, pas plus gros qu'un cookie". Elle ne s'en inquiète pas immédiatement, pensant qu'il s'agit d'un champignon. Seulement, deux semaines plus tard, elle s'aperçoit avec effroi qu'il grandit de manière inquiétante. Décision est prise, attrapant son râteau, elle le disperse dans son jardin. Seulement, le physarum réapparaît deux jours plus tard, régénéré. Son mari lui prête alors main forte et l'écrase à coups de bâton. Rien n'y fait, ils décident alors de l'empoisonner avec un herbicide, qui se révèle inefficace. La police est appelée au secours, et l'intrus est bombardé d'eau à haute pression et canardé à coup de fusil!

Le nuisible survit à chaque attaque et semble invincible. Désespéré, le couple rend les armes, quand subitement, l'immortel ennemi disparaît, sans laisser de traces. Dans une Amérique encore marquée par l'affaire Roswell, la théorie impliquant une rencontre extraterrestre est immédiatement convoquée. En réalité, ils avaient simplement fait la connaissance du myxomycète inoffensif.

Le *Physarum Polycephalum* en est justement un bon exemple, organisme unicellulaire traditionnellement étudié en mycologie [Fig 115]. Longtemps rangé dans des embranchements fongiques il se révèle bien plus que complexe du fait d'une dualité dans ses caractères fondamentaux. Cette créature ni animal, ni plante, ni champignon aux allures de science-fiction n'a pas d'yeux, ni même d'estomac ou encore de

pattes... pourtant il sait voir, comprend, sent, digère et se déplace sans système nerveux ni cerveau. Sa découverte en 1973¹⁴ a totalement renversé les fondamentaux de la biologie car bien que selon la classification traditionnelle, le *Physarum P.* soit un protozoaire et non un champignon, la question ne fut pas toujours aussi clairement tranchée. Joue contre lui qu'on ne peut lui nier une certaine parenté avec le mycélium tant

son modèle de développement / esthétique semble s'en rapprocher. À la manière du mycélium, lui aussi se déplace grâce à un réseau de veines, à la vitesse d'un centimètre par heure. Bien à l'abri dans des habitats sombres et humides, et son mode de reproduction typique des champignons — par éjection de spores [Fig 116-119-120] — le rapproche effectivement du règne des mycètes. Pour autant, sa manière

de se nourrir — par phagocytose¹⁵ et non par absorption comme les champignons et les plantes — de même que sa mobilité, le rapprochent davantage des animaux. Un véritable glouton qui se nourrit justement de bactéries, levures ou autres champignons. Mais le plus impressionnant est sa capacité cellulaire à pouvoir se déplacer par un système de micro-vibrations internes [Fig 117], doubler de volume tous les jours et en faire l'une des très rares cellules visibles à l'œil nu¹⁶. Son étonnante instabilité et adaptabilité à son environnement ne pouvait

fabuleuses créatures capables de se maintenir tel quel pour une durée aléatoire et prolongée. Lorsque le milieu lui sera plus favorable, il sera alors capable de sortir de son [sommeil] et de se développer à nouveau, une anabiose. C'est notamment en 2000 via les travaux du professeur bio-physicien Toshiyuki Nakagaki, aussi appelé [maître des blobs], permettent de démontrer une forme absolue d'intelligence chez le physarum. Il devient en l'espace de plusieurs années l'organisme idéal avec lequel collaborer pour étudier les réseaux ferroviaires au sein du vivant, en

[15] Propriété que possèdent certains protozoaires et certaines cellules de capturer et ingérer des corps figurés (particules ou micro-organismes).

[16] Audrey Dussutour, chercheuse et éthologue au CNRS à Toulouse, est l'une des plus grandes spécialistes de blob. [à son arrivée au laboratoire, on a tous été déçus, ça ressemblait plus à une omelette qu'à un organisme unicellulaire. Alors on l'a oublié dans un placard jusqu'au lendemain où j'ai compris tout son intérêt. Quand j'ai ouvert le blob s'était échappé et avait commencé à tapisser le fond du placard à la recherche de nourriture.]

qu'être un sujet d'étude fascinant : le blob est pour ainsi dire biologiquement immortel, il ne craint que la lumière et la sécheresse. Quand les conditions se dégradent et qu'il n'y a plus de nourriture... le blob s'assèche, se transforme en sclérote et rentre dans une phase de cryptobiose, un état de stase où le métabolisme d'un organisme vivant se met à l'arrêt. Totalement inactif, le blob fait partie — tout comme les micro-mycètes — de ces

permettant notamment d'étudier l'architecture d'un réseau et ses altérations face aux circonstances imprévues. Pour se faire, le professeur Nagasaki avait décidé de comparer les réseaux créés par le blob à un système existant de réseau ferroviaire japonais, unanimement reconnu comme l'un des plus performants au monde. Sur une carte de la région de Tokyo [Fig 118] les villes ont été remplacées par des flocons d'avoine, le blob était

disposé sur la capitale. Physarum a exploré son environnement et reconfiguré son réseau de veines à mesure qu'il découvrait les flocons. Finalement il s'est avéré aussi performant que le réseau ferroviaire, prouvant ainsi l'hypothèse que l'adaptabilité n'était pas réservée à un humain. Audrey Dussutour, chercheur spécialiste du blob, nous fait remarquer que le Physarum ne passe jamais deux fois au même endroit et laisse une traînée de mucus lors de ses déplacements. Elle associe cette stratégie de déplacement à celle des fourmis, pour se rappeler de

une composante qui continue d'alimenter la capacité d'adaptation phénoménale du Physarum en fonction de son environnement est le fait qu'en fonction de leur origine géographique, les blobs ne possèdent pas tout à fait les mêmes aptitudes. Quand on voit les capacités de cet organisme pouvant sortir d'un labyrinthe, créer des réseaux optimisés, sortir d'un piège, équilibrer son régime alimentaire, on peut se demander : cet organisme est-il doté d'intelligence ? En voyant les prouesses dont est capable cet organisme vivant sans cerveau — sortir d'un

[17] Un piège en forme de "U" a donc été déployé entre le blob et sa nourriture. Le blob a foncé vers l'avant pour se retrouver piégé par son mucus. Seconde phase de l'expérience: même chose mais cette fois-ci en recouvrant préalablement l'environnement en U de mucus pour lui faire croire qu'il avait déjà tout exploré — le blob ne retrouvait plus sa nourriture.

[18] Charles Darwin, "L'origine des espèces".

la présence de nourriture les fourmis émettent des traînées de phéromones. Une mémoire externe qui sert à l'individu mais également aux autres membres de la colonie. Physarum serait-il capable de mémoriser chimiquement son environnement ? Les équipes de Dussutour se sont en tout cas rendu compte que le mucus du blob était répulsif : via un piège en forme de [U]¹⁷, ils réussirent à prouver que le blob se servait de son mucus pour marquer les territoires déjà explorés. Par ailleurs,

labyrinthe, créer des réseaux optimisés, s'échapper d'un piège, équilibrer son régime alimentaire — les interrogations sur les fondements de l'intelligence viennent aisément. Comme évoqué dans le chapitre précédent, Charles Darwin fut notamment l'un des premiers à étendre la notion d'intelligence chez les végétaux, une hypothèse controversée autrefois mais qui aujourd'hui semble s'avérer juste. Ce dernier disait des plantes et champignons qu'ils étaient tels des humains à l'envers : la tête

sous la terre [racine/mycelium] et la partie reproductive en hauteur [fleurs/sporophores].

[Les extrémités de la racine sont en effet l'équivalent d'un petit cerveau guidant la plante et ses relations interspécifiques avec autrui.]¹⁸

Une hypothèse qui était jusqu'à lors invérifiée, Frantisek Bauska et Stefano Mancuso en prouvèrent en 2005 la véracité via une expérience. En se développant, la racine effectuait une avancée progressive, tâtonnait le sol en cherchant à éviter les obstacles [Fig 121►124], à la recherche du meilleur environnement possible pour se développer. Le plus étonnant survenait pour Stefano si l'on coupait l'extrémité de la racine : elle poussait beaucoup plus rapidement et tout droit, elle aussi était capable d'analyser et garder en mémoire son environnement [Fig 125►128]. En revenant à notre blob, il est donc capable d'apprendre, de mémoriser... mais concentre-t-il alors en lui toutes les composantes pour s'habituer à un environnement ? Audrey Dussutour a fait une expérience pour essayer de démontrer l'apprentissage génétique fabuleuse du physarum, l'objectif était de tenter de l'habituer à une substance qu'il n'aime pas : le sel.

[Entre le blob et sa nourriture favorite, un pont de quelques centimètres. En temps normal, il va le traverser en moins de deux heures. Mais si l'on recouvre le pont de sel, il mettra le premier jour plus de 10h pour avancer d'un centimètre. Ensuite, on lui demande de refaire ce comportement. Et là, il met 8h à traverser et ainsi de suite jusqu'au 5^e jour où finalement il s'habitue à la substance tant détestée et met le même temps à traverser que sans l'ajout de sel.] Après les êtres humains, les animaux, les végétaux, Audrey a su démontrer via son expérience que même un être unicellulaire est capable de mémoriser un apprentissage. On peut en faire le parallèle du Matsutake, ce champignon qui ne pousse que dans des environnements irradiés considéré comme néfaste pour tout être vivant. Cette découverte a marqué l'avènement d'une étude du physarum davantage axé sur son matériel génétique. Un organisme vivant peut-il avoir la faculté de transférer une connaissance acquise à un autre organisme de même nature ? Aussi incroyable que cela puisse paraître, le blob transcende une nouvelle fois les fondements de l'intelligence en proposant une vraie propension à fusionner. Découper un blob, en voilà deux clones, redécouper-les et voici quatre blobs totalement

autonomes. Il est certes un organisme unicellulaire, mais il contient de multiples noyaux et est capable de dupliquer son matériel génétique. Chaque partie d'un blob coupée possède une partie de ce matériel, prenez ainsi ces deux blobs mis côte-à-côte et ils fusionneront [Fig 129-130]. Pour aller plus loin, après une autre expérimentation qui tentait de faire fusionner des blobs habitués au sel et d'autres naïfs,

Audrey a réussi à démontrer que le blob était non seulement capable d'apprendre mais également de développer une forme de communication en rendant les blobs naïfs en capacité d'aimer le sel. Enfin, à Brème, l'équipe du professeur Hans-Günther Dobereiner tente de décrypter et de modéliser les mécanismes qui guident le comportement de ce génie sans cerveau. Ils se focalisent sur des blobs de petite taille et utilisent un microscope pour voir comment se génère ce réseau veineux. À l'intérieur de ce réseau, un fluide protoplasme s'y trouve, l'équivalent du sang pour l'humain. Autour de ces veines se forment des filaments d'actine qui entourent ces dernières et provoquent des contractions. Ce qui donne la force à ce fluide pour avancer et reculer, [l'effet de navette].

La plasticité de cette membrane lui permet les formes les plus diverses, le blob choisit la forme qu'il va prendre en fonction de son environnement.

Figures du chapitre	Fig 078	Numérisation du rapport du Symposium (1968) International Fermentation.	d'archive et perforations.	
	Fig 079	Préparation de Kimchi en bocal, mets traditionnel coréen composé de	Fig 093	Champs de soja Mandarin à maturité, cultivé dans une ferme expérimentale à Ottawa - Ontario.
	Fig 080	piments et de légumes lacto-fermentés.		Différents processus de fermentations viticoles et de bière.
	Fig 081	Bouteilles de ShaoXing, préparation fermenté de riz chinois.	Fig 094	[A] Fermentation viticole dans des fûts ; échantillons.
	Fig 082	Bouteille traditionnelle de sake japonaise.	Fig 095	[B] Fermentation viticole dans des barils ouverts, des récipients en cuivre transportent et réchauffent le moût - le jus de raisin en attente de fermentation.
Fig 066	Fig 083	Racine d'une plante de soja montrant le développement des nodosités.	Fig 096	[C] Fermentation traditionnelle de bière britannique dans des barils ouverts, un conduit d'aspiration sert à enlever l'excès de mousse produits par les levures.
Fig 067	Fig 084	Plante de soja à maturité d'un bon type.		Processus de cultures fongiques
Fig 068	Fig 085	Aperçu du projet [Exercices de zine], Diplôme Dnmade 2023, casiers en bois 70x70cm.	Fig 097	[A] Préparation de compost pour le développement d'Agaricus bisporus.
Fig 069	Fig 086	Échantillons de chemigrammes, cyanotypes, rayogrammes à base de moisissures, projet [Exercices de zine], Diplôme Dnmade 2023.	Fig 098	[B] Début. de fructifications du champignons
Fig 070	Fig 087	Graphzine [ChairPassageAir], leporello, couverture en peau d'orange.	Fig 099	[C] Fructification de Shiitake, Lentinus edodes, sur des troncs d'arbres.
Fig 071	Fig 088	Détails du graphzine [ChairPassageAir], leporello, couverture en peau d'orange	Fig 100	[D] Disposition horizontale des bûches d'arbres dans une clairière forestière.
	Fig 089	Graphzine [Des miettes dans mon tapis], tapis de lichens recto.	Fig 101	Planche de variétés de fromages. De haut en bas, Gorgonzola, Schabzieger & Roquefort...
Fig 072	Fig 090	Graphzine [Des miettes dans mon tapis], tapis de lichens verso.	Fig 102	Zoom sur une variété de fromage Gruyère.
Fig 073	Fig 091	Graphzine [Substantifique mœlle], papier de soie, reliure d'archive et perforations.	Fig 103	Planche de variétés de fromages.
Fig 074	Fig 092	Double-page graphzine [Substantifique mœlle], papier de soie, reliure	Fig 104	Plants de raisins pourries par l'action de la moisissure P. infestans.
Fig 075			Fig 105	Scan au microscope électronique de levures. Haut, Saccharomyces cerevisiae, levure responsable de la quasi-totalité des fermentations alcooliques. Bas, Saccharomyces ludwigii, levure 'sauvage',
Fig 076				
Fig 077				

- parfois impliquée dans les fermentations viticoles. 117 polycepharum en pleine croissance.
- Fig Grappes de tomates 106 pourries par l'action de la moisissure *P. infestans*. Un phénomène courant dans les jardins du Nord-est des états-unis. Fig Comparaison des réseaux créés par le *P. polycephalum* à un système existant de réseau ferroviaire japonais. 118
- Fig Ouvrage Paul Richards 109 [Bakers' bread], 1906. Fig Micro-plasmodes scannés au microscope. 119
- Fig Avant cuisson, détails 107 des alvéoles d'un pâton de pain - signe d'une bonne fermentation. Fig Micro-sclérotés, un âmas de nombreuses sphérules. 120
- Fig Après cuisson, résultat 108 d'un pain à la mie nettement alvéolée. Fig Observations photos successives d'une racine de plante prises à intervalle régulière. 121, 122, 123, 124 Tâtonnement progressive du sol.
- Fig Ouvrage Gibson [n° 1 110 Daily bread], 1908. Fig Réitération de l'expérience encoupant préalablement l'extrémité de la racine: 125, 126, 127
- Fig Papillon, enserré à la 111 branche d'un arbre par le mycelium fongique d'un *Cordyceps perithecia*, s'étendant sur sa face dorsale. 128 développement plus rapide et linéaire, la racine possède une intelligence d'adaptabilité.
- Fig *Cordyceps stroma* 112 émergeant de l'enveloppe de l'insect Coleopteran larva pour former une tige fertile. Fig Avant, rencontres en deux plasmodes de *P. polycephalum* et début de fusion cellulaire. 129
- Fig Membrane de la 113 tige d'une plante *A. Panicum* infectée par un endophyte *Balansia henninsiana*. Fig Après, fusion réussi entre les deux plasmodes qui partagent maintenant le même matériel génétique. 130
- Fig Cocoa weevil infecté par 114 le parasite *Beauveria bassiana*.
- Fig Développement de deux 115 cellules du *P. polycephalum* en boîte de pétri.
- Fig Observation au micros- 116 cope, zoom sur la fusion de plasmodes au sein du myxomycete *Physarum polycephalum*.
- Fig Photographie d'un *P.*

LE
MYCELIUM
REPENSEUR
DES
STRATÉGIES
DU VIVANT

CONCEVOIR DES ÉCOSYSTÈMES
INTELLIGENTS AU SERVICE DU VIVANT.

III

Le règne des organismes fungi nous permet d'appréhender autrement les formes d'interactions au sein du vivant. Ces chimères ne se soucient que très peu de la pérennité des choses, le mycète tisse des liens avec autrui au jour le jour, et au gré des rencontres fortuites. En d'autres termes, ils vivent en gardant à l'esprit l'éphémère, l'idée que ce perpétuel recyclage de l'organique est aussi ce qui rend la vie possible.

[A] Élaborer de nouveaux paradigmes: Fédérer indéterminisme & complexité humaine

[19] Anna Tsing, "Le champignon de la fin du monde".

[20] Anna Tsing, "Le champignon de la fin du monde".

Dans son livre [le champignon de la fin du monde], l'anthropologue Anna Tsing tente d'exprimer des rapprochements champignons-humains en suivant la trace des Matsutakes. Des champignons atypiques dont les Japonais raffolent qui ont la particularité de ne pousser que sur les sols dégradés par l'activité humaine. On dit que les premiers êtres vivants à émerger des décombres d'Hiroshima furent des matsutakes. Anna retrace son chemin et fait de ces champignons la métaphore d'un monde abîmé où tous les êtres vivants, humains ou non, devront apprendre

à survivre et s'entraider. C'est au travers de cette fragilité de la pensée que l'anthropologue Anna Tsing décide notamment d'ouvrir un parallèle entre champignons et humains :

[Et si notre époque était mûre pour prendre la mesure de la précarité ?]¹⁹

Parce que l'irré récupérable est délibérément sujet à équivoque et qu'il peut qualifier des individus comme des choses, il permet d'envisager l'existence d'un continuum entre le monde matériel et le monde social,

à l'œuvre notamment dans les processus d'exclusion. Le terme irré récupérable n'est-il pas investi d'une charge morale qui condamne irrémédiablement ce qu'il désigne, surtout lorsqu'il s'agit d'individus ? Dans des logiques capitalistes, nous jouons déjà le jeu du précaire, nous consommons, jetons et recommençons. Les êtres vivants sont des machines excrémentielles, si un organisme vivant ne produit plus de déchets, de restes, il est biologiquement considéré comme mort. Lia Giraud, artiste et chercheuse en microbiologie, s'intéresse notamment à ses formes de vies négligées, et met en lumière

une appréhension de la temporalité qui, nous humains, semblent échapper à nos perceptions. Étudier les comportements primaires d'une matière organique dont nous sommes aussi constitués : des sensibilités à l'environnement, des dynamiques d'adaptation, des phénomènes d'élaboration collective ou de lutte, des spécificités individuelles, etc... Ce sont des réalités dissimulées. Il nous semble que nous ne sommes pas si éloignés du règne biologique des fungi et ses mutations. Le philosophe Heraclite aime nous rappeler que [certains disent que tout est en condition de devenir et de flux, et que rien n'a d'existence définie une fois pour toutes, à la seule exception d'une structure permanente au delà des changements, à partir de laquelle, par des réorganisations, chaque chose naît naturellement.] Chaque rencontre imprévue est l'occasion d'une transformation : nous n'avons jamais le contrôle, ni même de nous-mêmes. Pris dans l'impossibilité de nous fier à une structure communautaire stable, nous sommes projetés dans des agencements fluctuants qui nous re-fabriquent en même temps que les autres. L'anthropologue Charlottes Brives propose par ailleurs l'éclosion de la [pluribiose], d'un vivant affecté par ses relations et ses rencontres, afin d'inventer des politiques alternatives pour

[devenir avec] plutôt que de s'obstiner à [vivre malgré]. Résolument éphémères, nos interactions humaines participent à élaborer tout un rhizome de connexion. Suivant cette logique, l'humanité apparaît comme un mycélium et chacun de nous, comme les hyphes irradiant seconde après seconde autrui et notre milieu. Notre système hiérarchique est en réalité emprunté au caractère rhizomique du mycélium, il n'y a qu'à observer la manière dont fonctionne le réseau Web pour comprendre que même la technologie peut paraître emprunter au vivant : un ensemble de connexions réseaux dont il suffit par exemple qu'un lien disparaisse pour qu'un autre lui succède aussitôt à l'instar de racines rhizomiques.

[Penser avec l'éphémère change l'analyse sociale]²⁰

Mais pouvons-nous en vouloir à l'humanité de s'apeurer d'une telle fragilité du monde ? Ce qui est indéterminable est par essence l'inconnu. Pourtant cette composante du vivant nous rend aussi la vie possible. Nos habitudes quotidiennes peuvent s'apparenter à l'indétermination fongique, répétitives, mais suffisamment ouvertes pour saisir des rencontres et muter. [Tout ce qui existe dans la nature

est le fruit du hasard et de la nécessité] — Démocrite

[Et si le caractère indéterminé de nos vies ne tenait pas à nos corps, dont la forme est donnée, mais aux formes de nos mouvements se modifiant au fil du temps ?]²¹

Humains et champignons partagent de pareilles transformations ici-et-maintenant au cœur même de leurs rencontres. La rencontre façonne la vie et nous sommes tous porteurs d'une histoire de contamination, tendre vers la pureté paraît impossible. Une des raisons de garder la précarité à l'esprit, c'est qu'elle

[21] Dires du Mycologue Alan Rayner.

[22] Friedrich Engels, "L'Origine de la famille, de la propriété privée et de l'État".

nous rappelle que changer en fonction des circonstances est le terreau de la survie et que l'imprévue va de pair avec nécessité. Le hasard n'est que l'un des pôles d'un ensemble dont l'autre pôle s'appelle nécessité.

[Dans la nature, où le hasard aussi semble régner, nous avons démontré depuis longtemps, dans chaque domaine particulier, la nécessité immanente et la loi interne qui s'imposent dans ce hasard]. Ce qui est vrai de la nature ne l'est pas moins de la société, plus une activité sociale, une série de faits sociaux échappent au contrôle conscient

des hommes et les dépassent, plus ils semblent livrés au pur hasard, et plus leurs lois propres, inhérentes, s'imposent dans ce hasard, comme par une nécessité de la nature. Le couplage des contraires, du hasard et de la nécessité, est une règle qui émane du vivant, mais c'est aussi la règle de toute la matière, de tout l'Univers.

[Le Hasard et la Nécessité, sous-titré Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne, est un essai du biologiste Jacques Monod, paru en 1970]. Un ordre qui a un niveau d'organisation hiérarchique de

la matière peut-il être issu d'un désordre à un autre niveau et peut-il alors produire une propriété que cet autre niveau ne possédait pas? Le cas le plus simple est le fait qu'il existe des lois sociales, économiques, sociétales alors que les êtres humains agissent en tous sens. Le couplage dialectique de la liberté humaine et de la nécessité collective, où les contraires ne se contentent pas de s'opposer mais se composent et se produisent mutuellement, est vécu tous les jours par nous mais bien des gens pensent que ce n'est pas pareil dans le domaine de la biologie

et que cela l'est encore moins pour la génétique. Avec l'idée de circonstances arrive également la notion de complexité et de déconstruction d'une pensée segmentée. Les sciences exactes de toute discipline ont souvent été assez hermétiques à l'incorporation d'une pensée davantage sociologique / anthropologique.

[B] Tendre vers
l'Ambivalence :
Réunir les Contraires

N'est-il pas temps de concilier les savoirs et de jeter des ponts, d'établir des correspondances entre des disciplines qui jusqu'ici refusaient de communiquer entre elles ? Au sens courant, réducteur et inexact de complication, le terme [complexité] servait d'excuse au manque de théorie et d'explication. De justification, il est devenu problème, lui-même objet d'étude. La complexité a évolué dans le contexte scientifique et a pris, dans les sciences sociales, une ampleur considérable pour expliquer les rapports sociaux. Le mot complexe signifie embrasser en latin, le contraire de simple, puisqu'il renvoie à l'idée d'éléments divers. Edgar Morin, sociologue et philosophe des sciences a ainsi, prolongé les efforts du biologiste L. von Bertalanffy, qui a marqué les débuts de la [science des systèmes]. Familier des physiciens,

biologistes et cybernéticiens, le concept de [système] est utilisé en sociologie pour insister sur l'unité de la société et l'interdépendance des éléments [les sous-systèmes] qui la composent. Les sciences de la vie, telles que la biologie ; une science dite [exacte] est trop souvent attachée à son objet pour pouvoir accueillir une réflexion philosophique qui pourrait pourtant éclairer leurs principes et leur méthode. Or, il devient urgent, affirme E. Morin, dans Science avec conscience, que la communauté scientifique admette le caractère éminemment transdisciplinaire de la connaissance. Car seule une raison ouverte, capable de travailler avec l'irrationnel et l'indéterminée, saura relever [le défi de la complexité]. En effet, toutes les sciences, sans exception, sont confrontées à la complexité du réel. La nécessité de relier l'objet au sujet et à son environnement, de traiter l'objet non plus comme objet inerte et privé de forme, mais comme un système doué d'organisation, de faire dialoguer la théorie avec l'incertitude et le contradictoire oblige aujourd'hui l'homme de science à respecter la [multi-dimensionnalité] des êtres et des choses. La réflexion d'Edgar Morin, la Méthode qu'il élabore ici ne craint pas d'appréhender la complexité du réel en incorporant de l'organicité dans un régime

systémique : dans la nature, l'ordre peut naître du désordre, et réciproquement. Un dessein qui ne s'accommode guère d'une méthode réductrice et simplificatrice, d'une méthode qui entend isoler les phénomènes de leur environnement, éliminer l'observateur de l'observation, exclure de la science tout ce qui n'entre pas dans le schéma linéaire pris pour modèle par Descartes : l'aléatoire, l'incertain, l'anormal, le compliqué. Ce qui est le plus nécessaire, c'est le hasard et ce qui produit le plus de hasard, ce sont les structures nécessaires... Le hasard se transforme en

de tout dogmatisme ou endoctrinement. Une telle pensée devient inséparablement une pensée du complexe, car il ne suffit pas d'inscrire toute chose et événement dans un [cadre]. Il s'agit de rechercher les relations entre tout phénomène et son contexte, les relations réciproques [tout / parties] : comment un changement local se répercute sur le tout et comment une modification du tout se répercute sur les parties. Cette nouvelle culture des sciences pour penser le vivant, d'Edgar Morin, pose le même problème, déjà évoqué par Albert Camus auparavant,

[23] "La pensée dialectique est à la pensée vulgaire ce que le cinéma est à la photographie. Le cinéma ne rejette pas la photo, mais en combine une série selon les lois du mouvement. La dialectique ne rejette pas le syllogisme, mais enseigne à combiner les syllogismes de façon à rapprocher notre connaissance de la réalité toujours changeante".
Léon Trotsky, "Introduction à la dialectique de la nature".

nécessité et la nécessité se transforme en hasard. Que la chaise sur laquelle je m'assoie conserve sa structure globale est une nécessité physique mais cela n'empêche pas que cette structure globale soit fondée sur des molécules qui s'agitent sans cesse : L'ordre global est fondé sur un désordre local. Pour Edgar Morin, il s'agit de rendre les théories anthropologiques plus ouvertes, complexes et autocritiques, et aptes à dialoguer les unes avec les autres, en dehors

celui de la [condition humaine] : l'être humain, à la fois naturel et sur-naturel, doit être situé dans la nature vivante et physique, mais [il en émerge et s'en distingue par la culture, par la pensée et la conscience]. Tout cela nous met en face du caractère double et complexe de ce qui est humain : l'humanité [culture] et l'animalité [nature] ; l'être humain nous apparaît dans sa complexité, à la fois totalement biologique et totalement culturel. D'un autre côté, l'ouvrage [Le hasard et la nécessité] de

Jacques Monod, prix Nobel de médecine en 1965 nous éclaire mieux sur les phénomènes dialectiques et contraires en biologie et philosophie. Monod affirme entre autres que séparer par des barrières infranchissables hasard et nécessité relève de véritables contresens et absurdités. Tout autant que d'opposer diamétralement, et pas dialectiquement [matière et vide, ou vie et mort, ou humain et plante, ou inné et acquis, ou bien et mal, ou corps et esprit, ou raisonnement et expérience, ou abstrait et concret, ou ordre et désordre, ou chaos et déterminisme, ou

qu'instabilité, complexité et transitoire, vivre dans la complexité de [l'aléatoire, l'incertain, l'anormal et le compliqué] ne serait-il pas illusoire ? La précarité permet pourtant la vie, c'est dans l'imprévu que nous progressons et nous sentons soi. Hors, [le progrès innerve les considérations qui orientent ce qui est humain et ce qui ne l'est pas] (Anna Tsing). Même lorsque le progrès déguise son ambition, nous apprenons encore et toujours que les humains sont différents du reste du monde vivant. L'espèce vivante est une catégorie dialectiquement contradictoire et c'est

[24] Dans "La sculpture du vivant ou le suicide cellulaire, une mort créatrice", Immunologue Jean Claude Ameisen expose que rien "ou presque" de ce qui émerge au cours de la longue histoire du vivant n'est de nature définitive. L'évolution est une succession infinie d'accidents, construisant, déconstruisant et reconstruisant, sans cesse, faisant naître de la nouveauté.

[25] François Jacob, "Logique du Vivant".

agitation et structuration, ou conscient et inconscient...]²⁴. L'évolution est due exclusivement à une succession de micro-événements, à des mutations survenant chacune au gré du hasard et du temps²⁵. Les transformations et mutations, même minuscules, sont-elles des évolutions ou des révolutions pour penser le vivant ?

[C] Le Progrès, schéma imaginaire dont pâtit le vivant

Peut-on évoluer si tout n'est

pour cette même raison qu'elle s'exempte d'un schéma normé et linéaire de l'évolution. La nature n'a fourni ni classe, ordre, ni genre, ni espèces constantes, les espèces se fondent les unes dans les autres et ce n'est pas le naturaliste Jean-Baptiste de Lamarck qui réfutera ces propos. Tant que nous resterons accroché à la conviction que les humains se fabriquent via l'idée de progrès, les organismes vivants auront à pâtir de ce schéma systémique. Ce schéma où nous, [race intelligente], regardons en avant tandis

que les autres espèces, vivant au jour le jour, restent dépendantes de nous. Tout ce qui n'est pas progrès nous réfutons, nous le négligeons, alors que nous-mêmes interagissons en marge pour exister. Les organismes non-humains, eux, se permettent de regarder les alentours pour fabriquer de nouveaux modes d'existence. La biologiste et chercheuse Helena Cruz précise quand je l'ai interrogé que l'humain s'est toujours pris comme échelle de référence, de surcroît, il a toujours eu du mal à s'affranchir de tout ce qui ne lui ressemblait pas et à imposer son schéma imaginaire et systémique.

[26] Stephen Jay Gould, "Le pouce du panda".

[27] L'histoire de la vie, telle que je la conçois, est une série d'états stables, marqués à de rares intervalles par des événements importants qui se produisent à grande vitesse et contribuent à mettre en place la prochaine ère de stabilité."

[28] "L'émergence de l'homme", Paléoanthropologue Ian Tattersall, 2003.

Bien des auteurs, scientifiques ou non n'ont eu de cesse d'interpréter le vivant comme l'incarnation d'une véritable force du progrès. Stephen Jay Gould, paléontologue américain, était déjà frappé à son époque de l'influence profonde et malheureuse que le gradualisme a exercé sur la paléontologie par l'intermédiaire de la vieille devise [la nature ne fait pas de sauts]. Le gradualisme, l'idée que tout changement doit être continu, lent et régulier, n'est jamais né d'une interprétation des roches.

Il représentait une opinion préconçue, largement répandue, s'expliquant en partie comme une réaction du libéralisme du 19^{ème} siècle face à un monde en révolution. Mais il continue à pervertir notre prétendue vision objective de l'histoire de la vie en croyant que le darwinisme est nécessairement fondé sur des fonctions de progrès, d'amélioration et de perfection. Alors même que Darwin lui-même s'évertue à souligner que les bizarreries, erreurs, ratés, bavures de l'évolution ne sont que le produit de la transformation par descendance, issue de la variation à partir des ascendants et de la sélection.

Ces défauts de perfection sont bien plus probants sur le cheminement de [l'évolution des espèces] que la perfection d'un organe, d'une fonction ou d'un élément physiologique. Car [L'Origine des espèces] de Darwin nous apprend que les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes ni les plus intelligentes mais celles qui s'adaptent le mieux au changement. L'adaptation ne signifie pas forcément que tel ou tel organisme vivant est le mieux adapté.

[Ainsi, un naturaliste allemand distingué affirme que la partie la plus faible de ma théorie réside dans le fait que je considère tous les êtres organisés comme imparfaits. Or, ce que j'ai dit réellement, c'est qu'ils ne sont pas tous aussi parfaits qu'ils pourraient l'être, relativement à leurs conditions d'existence ; ce qui le prouve, c'est que de nombreuses formes indigènes ont, dans plusieurs parties du monde, cédé la place à des intrus étrangers. Or, les êtres organisés, en admettant même qu'à une époque donnée ils aient été parfaitement adaptés à leurs conditions d'existence, ne peuvent, lorsque celles-ci changent, conserver les mêmes rapports d'adaptation qu'à condition de changer eux-mêmes.]

Extrait de *L'Origine des espèces*,
Charle Darwin

Toutes ces tentatives pour tenter de démonter la thèse darwinienne de l'évolution — selon lesquelles les bizarreries du vivant, les curiosités, les imperfections, les défauts, les propriétés et organes inutiles ou même nuisibles — ne font que la conforter nettement. Si notre raison nous pousse à admirer avec enthousiasme une foule de caractéristiques et dispositions inimitables de la nature, cette même raison questionne tout autant face à certaines autres

dispositions bien moins parfaites. L'évolution darwinienne des espèces n'est pas le triomphe de la perfection mais la transmission des imperfections à la descendance qui la révèle et la démontre. Le cas contraire, ceux qui croient que chaque être a été créé tel qu'il est aujourd'hui doivent ressentir parfois une certaine gêne en rencontrant un animal ayant des habitudes et une conformation qui ne concordent pas : les pieds palmés de l'oie et du canard sont clairement conformés pour la nage. Il y a cependant dans certaines régions asiatiques des oies aux pieds palmés, n'approchant jamais de l'eau. Ou l'aiguillon de l'abeille, qu'elle ne peut retirer de la blessure infligée car son aiguillon est en barbelé, une disposition qui cause inévitablement sa mort. Aussi contradictoire que cela puisse paraître, l'imperfection de la nature révèle son évolution. Cette pensée nous apparaît contradictoire uniquement car [nous regardons notre propre espèce comme l'entité biologique ayant atteint un sommet évolutif, et même plus que cela, le sommet de l'évolution]. Nous aimons souligner notre perfection en attribuant à nos plus proches apparentés une position plus basse. De surcroît, le progrès du vivant — la manière dont les organismes vivants sont censés évoluer, est tenu de se

manifester avec un maximum d'élégance dans l'adaptation presque parfaite qu'expriment certains organismes. Mesurer le succès évolutif de telle ou telle espèce en fonction de son ascension en direction du sommet de notre échelle n'est qu'égoïsme anthropoïde. Face à ce mystère du vivant, ce que les mycètes nous permettent d'entrevoir, c'est l'intrication profonde de toutes choses, c'est l'interdépendance entre les outils de construction et les outils de destruction. Les frontières entre notions antagonistes de vie et de mort, de [bâtitteur] et [d'exé-

[D] Revaloriser l'infection comme nouveau modèle de cohabitation

Comprendre la fabrique des mondes c'est comprendre qu'elle n'est pas réservée qu'aux humains : sans cette capacité de réappropriation et de réagencement, les espèces disparaîtraient. Le fonctionnement du mycélium nous apprend à nous laisser irradier, qu'autrui à le pouvoir de changer le monde des autres. Les bactéries sont par exemple à la base de l'oxygène, les plantes participent à leur maintien et poussent au sol car des champi-

[29] À savoir leur capacité rétroactive à détruire et recycler des mondes autant qu'ils n'en rebâtissent.

[30] "Le champignon de la fin du monde", Anna Tsing.

[31] "L'univers bactériel, 2002", Lynn Margulis.

uteur] s'opacifient grâce aux modes d'existence des champignons qui assurent les contradictions de ce qui rend possible la vie. Emprunter l'idée de récupération et décomposition aux Mycètes amorce un monde où les pensées émanent de symbiotes à corps multiples et où l'humain composte avec les autres espèces plutôt que de les assouvir. Le compost désigne la possibilité d'un devenir commun ; l'humus est quant à lui le lieu de la décomposition mais aussi de la fermentation et de la recombinaison d'un commun.

gnons l'enrichissent grâce à leur capacité des minéraux.

[Différents mondes, au cours même de leur développement, peuvent se chevaucher, ôtant l'idée de privilège d'une seule et même espèce]³⁰. Sans ces strates contaminées par autrui, la vie deviendrait bien compliquée et monotone car [la vie multicellulaire a été rendue possible par la contamination mutuelle et multiples entre bactéries]³¹.

Charles Darwin affirme ainsi dans *L'Origine des Espèces* que sa théorie s'effondrerait totalement s'il pouvait être démontré

qu'il existe un organe complexe qui n'aurait pas dû être formé par une succession de nombreuses subtiles modifications.

Les agencements sont des rassemblements toujours ouverts. Ils nous permettent de nous interroger sur des effets de communauté sans avoir à les assumer. Ils ne mettent pas seulement ensemble des modes de vie, ils en fabriquent. La contamination constitue en partie une réponse à cette fabrique du monde et agit en tant que vecteur collaboratif. Irradier autrui fait partie du vivant, par ce biais nous ouvrons la voie à d'autres, permettons à des mondes en chantier de faire émerger de nouvelles directions. Anna Tsing explique entre autres l'importance de la contamination dans nos vies par les mécanismes de multisensorialité dont jouit le matsutake, notamment son odeur : [Qu'elle est l'histoire d'une odeur?]. Elle explique notamment que les limaces, en présence de certaines espèces de champignons, sont repoussés par leur odeur et se tiennent hors de portée du périmètre fongique. Cet exemple pourtant anodin en surface témoigne bien du fait que l'odeur est le signe de la présence d'autrui, à peine senti que nous nous sentons déjà irradiés par cette dernière. Il est difficile de poser des mots sur une odeur, [les humains respirent

et sentent en une même bouffée d'air] : décrire une odeur semble aussi difficile que décrire l'air. Mais l'odeur est le signe de la présence d'autrui auquel nous sommes déjà en train de répondre. La réponse nous entraîne toujours dans un nouvel endroit, et nous ne sommes plus alors tout à fait nous-mêmes, une relation interspécifique. Ou tout au moins, plus le moi que nous étions mais bien plutôt nous-mêmes dans la rencontre avec un autre. A contrario, les champignons ne cessent de croître et de changer de forme tout le long de leur vie. Ils changent et mutent de forme en fonction de leurs rencontres et de leur environnement, ils renversent les modes d'existence. Rencontreront-ils les racines d'un arbre réceptif? Voir un changement dans la composition de leur substrat? Grâce à leur croissance hasardeuse, les champignons apprennent le paysage. Plus généralement, ce que les symbioses et le mycélium proposent, c'est une revalorisation de l'infection. Les infections ne sont pas seulement pathogènes, elles sont créatrices. Il s'agit de considérer les échanges infectieux autrement qu'à travers les seules métaphores de la pathogénicité.

Nous nous co-constituons par infections inter/intra-espèces, par contaminations trans-espèces.

FABU LATIONS SYMBIOTI QUES

VALORISER UN NOUVEAU RAPPORT
À LA SYMBIOSE

IV

[A] Le mycète, entité
à la croisée des frontières
des espèces

Le mycélium décode les sols notamment en s'interconnectant avec plusieurs organismes. Un des chapitres antérieurs nous apprend que parasiter autrui ne signifie pas toujours la destruction mais aussi une forme de mutualisme réciproque, Anna Tsing nous démontre que c'est par autrui que nous nous adaptons à nos environs, le mycélium se situe toujours à la croisée des frontières. Pour preuve, c'est en 1879, à travers

dance : l'algue synthétise des glucides et utilise l'azote et les protéines que le champignon fabrique, grâce aux glucides fournis par l'algue. De plus, le champignon prodigue de l'eau et des matières minérales à l'algue. Cette association durable transforme les partenaires en un nouvel organisme. Bien souvent, la symbiose est présentée sous la forme d'une [curiosité de la nature]³³, une exception parmi les règles du vivant. Il n'est pas rare de parler de [sous-traitance] comme métaphore de ce terme. Le mycélium exemplifie les notions d'adaptabilités selon l'en-

[32] Anton De Bary, "De la symbiose", Revue internationale des sciences, III, 1879, p. 301.

[33] "La symbiose: rôles écologiques et évolutifs", Marc-André Selosse

l'étude des lichens que le terme [Symbiose] fit son apparition première par le biologiste Anton De Bary. Un terme s'affranchissant totalement des stratégies parasitiques au profit de l'association durable, profitable et commune d'organismes différents³². Le cas des lichens fut considéré comme la première association entre deux partenaires vivants en bio-symbiose : un champignon enserrant, dans un feutrage mycélien, des algues microscopiques cyanobactériques, à l'avantage réciproque des deux associés. Les partenaires sont dans une relation d'interdépen-

vironnement. Beaucoup pensent que les mycètes sont des plantes alors qu'ils sont en réalité plus proches des animaux. À la différence des plantes et de la photosynthèse, les mycètes n'ont nul besoin du soleil pour se nourrir. Comme les animaux, ils doivent chercher leur nourriture. Mais leur mode d'alimentation permet souvent au passage d'en contenter d'autres : la symbiose constitue une réponse à leur nécessité de chasser et ils fabriquent des mondes pour les autres. Cela provient notamment du fait que les mycètes possèdent une diges-

tion extracellulaire. Ils excrètent des acides digestifs hors de leurs corps afin de dissocier leurs aliments en nutriments. Un peu comme des estomacs extravertis, digérant les aliments à l'extérieur et non à l'intérieur des corps. La raison pour laquelle on voit certaines plantes pousser sur des terres arides [plutôt qu'en milieux humides] provient du fait qu'au cours de l'histoire terrestre, des mycètes ont réussi à digérer des pierres, mettant ainsi des nutriments à disposition des plantes. Les mycètes et bactéries aménagent un sol riche dans lequel les plantes aiment proliférer. Ils digèrent notamment du bois, sans leur intervention, des arbres morts s'amoncelleraient indéfiniment dans la forêt. Permettant à ces derniers de se recycler en de nouvelles formes de vie. Il apparaît que certains mycètes ont appris à vivre en relation étroite avec des plantes, et après suffisamment de temps pour que s'ajustent les relations interspécifiques dans un endroit donné, on s'aperçoit que la plupart des plantes se sont associées avec des mycètes, un phénomène appelé Mycorhizes. C'est le cas pour les champignons dont la population raffole le plus, cèpes, chanterelles, truffes et matsutakes ne sont que les corps fructifères qui résultent de l'association entre plantes et ectomycorhizes. Très difficile

à cultiver, tant ils demandent à prospérer indissociablement de leurs arbres hôtes. Ils ne viennent à l'existence qu'au travers de relations interspécifiques. Ne vous êtes-vous jamais posé la question du pourquoi la truffe était devenue au fil des siècles un mets d'exception très onéreux ? Elle l'est précisément devenue car elle échappe à toute exploitation humaine et industrielle. Son existence — imprévisible — ne peut effectivement pas se régir autour de nos modes de développement et de croissance. La truffe échappe au contrôle et à l'assujettissement humain, elle est par essence indomptable. Encore une fois, les champignons nous renseignent donc sur la nature autocentrée de l'Humain : nous traitons le vivant comme d'une simple ressource. Tout ce qu'il lui résiste ou ne peut être encadré devient inestimable à ses yeux car ces événements s'affichent en tant que des [curiosités exceptionnelles du vivant]. L'humain réfute les débordements et se prend souvent de douleur en reconnaissant [l'agentivité consciente de la nature]³⁴. Les mycètes [endophytes]³⁵ et [endomycorhizes]³⁶ vivent à l'intérieur des plantes et sont aujourd'hui omniprésentes dans le règne végétal. Beaucoup n'ont cependant pas de corps fructifères : pas de sporophore et ne se limitent pas à une seule

collaboration, les mycètes explorent les plantes. Dans une forêt, ils se connectent avec des arbres non pas uniquement de la même espèce mais le plus souvent d'espèces différentes. Cela met en place le concept de Mycorrhize, la résultante des mycètes et racines des plantes s'entremêlant intimement dans des relations mycorrhiziennes. Ni le mycète ni la plante ne peuvent se développer correctement sans l'autre. Pour imaginer concrètement cette symbiose mycorrhizienne, il faut imaginer des milliers de fils blanc s'entortillant en un réseau qui colonise

éléments qui viennent du sol sont transitoirement stockés. C'est aussi là que les sucres, qui viennent de la plante, sont transformés par le champignon, provisoirement stockés, avant d'être réinjecté dans son réseau de filaments. Mais cette symbiose fongique ne se limite pas qu'au végétal, elle pollinise aussi le règne animal : prenons l'exemple des termites macrotermitinae [Fig 138], ces dernières ne sont capables de digérer leur aliments que par l'intermédiaire des mycètes. Les termites mâchent le bois mais ne peuvent les digérer

[34] Plurivers, "Spiritualité de la terre", Charles Eisenstein: Si la nature possède une certaine forme d'intelligence, chaque éruption de ces i alors nous ne pouvons plus lui imposer impunément notre dessein humain. Si les animaux, les plantes, le sol, l'eau, les montagnes, les rivières, etc. sont des sujets sentients, alors nous ne pouvons plus, en toute bonne conscience, les traiter comme des instruments utiles aux êtres humains.

le sol. Ces filaments s'accrochent aux racines des plantes et forment un manteau fongique pour recouvrir ces radicelles [Fig 131-137]. Dès cet instant, un duo de réseaux se mêle avec chacun son propre rôle : l'un explore le sol et l'autre colonise l'intérieur de la racine pour former une interface symbiotique. Le réseau intérieur, intra-racinaire, serait une sorte de marché biologique, un lieu de troc entre les deux partenaires. Le manteau fongique donne l'impression d'une zone de stockage, un entrepôt où les

seuls. À la place ils élaborent des [parcs à mycètes] dans lesquels le bois mâché est digéré par les mycètes du genre [termitomyces] [Fig 139], seuls capables de produire les nutriments adaptés. En d'autres termes, on pourrait dire que les termites sous-traitent leur digestion aux mycètes et que les mycètes sous-traitent aux termites la recherche de nourriture et la construction d'un foyer. De par sa structure en réseau, le mycélium débouche sur de nouvelles hybridations, il peut détruire

autant qu'il rafraîchit la faune et la flore via de nouvelles espèces. Le calamar hawaïen *Euprymna scolopes* [Fig 140-141] est par exemple devenu un organisme modèle pour penser ce type de processus symbiotique. Le calamar à queue courte est connu pour son organe luminescent, grâce à laquelle il simule la lumière de la lune et se dissimule. Hors, les jeunes calamars ne développent pas cet organe sans entrer en contact avec une espèce particulière de bactérie : ils doivent en faire la rencontre.

l'amoindrissement du rôle fongique. Jusqu'à récemment la vie était dépeinte comme une affaire de reproduction linéaire et intraspécifique. Hors, les stratégies symbiotiques et mutualistes remettent en cause cette théorie scientifique. La symbiose réfute alors toute pratique d'autoréplication ou interchangeabilité : comme les bactéries, certains peuvent être le résultat d'un échange de gènes dans des rencontres non reproductives ; beaucoup aussi semblent ne pas se plier au rangement de leur matériel génétique selon les catégories

[35] Un endophyte est un champignon se développant à l'intérieur d'un végétal.

[36] Symbiose entre la racine d'une plante et une colonie de champignons, les hyphes de ces derniers s'infiltrant à l'intérieur de la matrice extracellulaire.

[B] Au cœur d'une infrastructure d'interconnexions interspécifiques

[Alors pourquoi cette part active des mycètes dans la construction du monde a-t-elle été prise si peu en considération ?]

Anna Tsing émet l'hypothèse que [joue contre eux le fait qu'on aurait bien du mal à s'aventurer dans le sous-sol pour apprécier l'architecture phénoménale du mycelium]. J'émetts l'hypothèse que c'est aussi le monde scientifique qui a joué un rôle dans

d'individu/espèce, sans parler de population. Une réflexion pouvant être étendue également dans la structure sociale des humain, [comme dans le cas des chaînes d'approvisionnement capitalistes, ces chaînes d'implifications ne sont pas scalables]³⁷. Qu'il s'agisse d'entreprises ou d'espèces, ce qui les compose ne peut être réduit à des objets interchangeables s'autorépliquant. Par ailleurs, c'est en examinant les filaments de la pourriture des racines du champignon *Armillaria* que

certain chercheurs ont découvert une mosaïque génétique qui rendait difficile une identification individuelle. Pour appuyer et revenir sur le concept de pluribiose cité plus haut, le microbiologiste Theodor Rosebury a introduit la notion d'amphibiose en 1960 pour décrire les relations, dynamiques et changeantes en fonction du temps et de l'espace, qui s'établissent entre des entités biologiques différentes. L'amphibiose est la condition dans laquelle deux formes de vie créent des relations qui sont soit symbiotiques soit parasitaires, selon le contexte.

[37] "Le champignon de la fin du monde", Anna Tsing, Tsing soutient que les relations causales complexes entre différents acteurs, ne sont pas facilement répliquables ou adaptables à différentes échelles de temps et d'espace.

Elle applique cette idée aux chaînes d'approvisionnement capitalistes, qui sont devenues très complexes et étendues dans le monde entier. Ces chaînes d'approvisionnement sont difficiles à gérer en raison de leur nature complexe et des nombreux acteurs impliqués dans différents endroits. Les problèmes dans une partie de la chaîne peuvent se propager rapidement à d'autres parties de la chaîne, créant des effets en cascade difficiles à anticiper ou à contrôler.

[38] "Pluribiose, Vivre avec les virus", Charlotte Brives.

Elle est au cœur de la biologie, dans laquelle la constance de la sélection naturelle force une myriade d'interactions nuancées. Amphibiose et pluribiose permettent ainsi d'opérer un premier déplacement : ces deux termes ne décrivent pas des entités, mais les relations qu'établissent ces entités entre elles, relations dépendantes d'un contexte. Essentialiser ces dernières, les figer dans le temps ou dans

l'espace, pour parler de [guerre] ou de [paix], d'[amis] ou d'[ennemis], constitue ainsi une première erreur, et une première violence faite aux relations entre les vivants. L'étude des virus et des bactéries révèle en effet bien plus qu'un spectre de modalités relationnelles : elle met en jeu la plasticité même des entités, leur devenir commun dans et par les relations qu'ils instaurent. Avec la fusion des matériels génétiques, le mode d'existence du virus change radicalement : il fait partie intégrante de la bactérie. On dit parfois qu'il est dormant, ce qui, dans des

sociétés qui renvoient dos à dos le réel et l'imaginaire de la rêverie, conduit à penser qu'il ne fait rien. Autant de transformations qui ne peuvent être appréhendées par les catégories de la modernité occidentale qu'en brouillant le sens et la portée. Vivre avec, oui. Mais donc vivre autrement, devenir, et devenir plastiques. Non pas de la plasticité du néo-libéralisme, vouée à contraindre les humains à entrer

dans un cadre uniforme et étri-
qué jusqu'au terme de l'auto-
destruction en cours. La plasticité
de la pluribiose³⁸, des savoirs
et des biologies situés implique
d'observer et apprendre des
relations pluribiotiques, de
dégenrer et décoloniser les
savoirs et les comportements,
de nous demander à quoi nous
tenons et ce que nous sommes
prêts à sacrifier, ce pour quoi
nous sommes prêts à nous battre
et contre qui, de poser aussi la
question de savoir qui souffrira
des conséquences des choix
effectués. Il s'agit de penser une
écologie politique à la hauteur,
qui passe par l'abandon des
prétentions au contrôle, pour
reconnaître que la standardisa-
tion et la réification du vivant,
humain et non-humain, auront
toujours des conséquences inat-
tendues. Il s'agit d'être attentifs
aux façons de vivre dans les
milieux anthropologiques oui,
mais pour mieux reconfigurer
les rapports de force. En prenant
au sérieux la précarité du vivant
et ses possibilités créatrices.

[C] La théorie holobiotique,
nouvelle approche
symbiotique du monde

Tous les êtres vivants sont
engagés dans des relations
symbiotiques, y compris les
humains. Nous possédons en
nos corps davantage de bactéries

symbiotiques que de cellules
[propres]. Mais une symbiose ne
s'occasionne pas en un claque-
ment de doigts, si des espèces
se sont permises de s'entrelacer,
elles n'ont pu le faire que dans
une démarche lente et progres-
sive pour assimiler les quali-
tés d'autrui. Ainsi, une phase
d'osmose précède toujours une
activité symbiotique. L'osmose
est une mutation du corps qui en
incluant dans ses programmes
génétiques ou cellulaires un intru
qui produit une fusion en créant
ainsi une nouvelle organisation
interne et des formes somatiques
inédites. Elle devient le point
d'ancrage vers un déplacement,
un glissement d'interpénétration
entre deux phénomènes/entités.
L'osmose est invisible, envahit
notre corps par l'air, le contact,
la radiation, l'absorption de
produits, la pollution ou l'impré-
gnation du milieu. Depuis la nais-
sance nous cherchons à rentrer
en osmose avec nos environne-
ments, nos besoins d'adaptation
traduisent toujours une position
de transition où nous ne cessons
d'incorporer, au point de faire
muter et de modifier la qualité
de notre organisme et de notre
vécu corporel. S'ensuit alors la
symbiose, cristallisation de ce
glissement, où nous faisons corps
avec l'entité-milieu extérieure
en s'y nichant, s'enfouissant, se
lovant. Devenir en symbiose est
une fusion de la sensibilité dans

la qualité des matières. Il est important de noter que les symbioses jouent bien souvent un rôle fonctionnel, dans notre cas, ce sont bien les bactéries intestinales qui permettent la digestion et l'entretien de l'organe intestinal. Cette théorie endosymbiotique confère un rôle majeur aux symbioses dans l'évolution. En effet, l'apparition de nouveaux gènes et organismes ne viendrait pas de mutations aléatoires, mais de la symbiogenèse³⁹. La symbiose est certainement l'un des moteurs les plus puissants de l'évolution du monde vivant. Elle crée très rapidement des organismes chimériques qui peuvent engendrer des lignées nouvelles, et rapproche des partenaires et favorise des transferts de gènes massifs qui créent des génomes eux aussi chimériques. Or les symbioses requièrent autant qu'elles génèrent d'autres métaphores pour penser nos corps. Ces fabulations deviennent des points d'ancrage pour témoigner d'autres réalités et d'une affaire de reproduction qui ne serait plus que linéarité et neutralité. Selon Scott Gilbert, Jan Sapp et Alfred Tauber, des pionniers des sciences naturelles, [nous n'avons jamais été des individus]⁴⁰, la découverte des lichens en tant que spécimen endosymbiotique ont bousculé toutes les définitions de l'individualité

biologique par le phénomène symbiotique. L'individu anatomique est ce qui correspond à un tout structuré. Pourtant, on sait que les cellules et les corps des animaux cohabitent avec nombre de bactéries. 90 % des cellules de [notre]⁴¹ corps sont bactériennes, fongiques... En ce sens, peut-on toujours parler d'individualité ? Les phénomènes symbiotiques décloisonnent profondément les frontières interspécifiques et amènent davantage à une pensée collective qu'individuelle. Je m'identifie comme unique, mais pourtant je ne demeure qu'un collectif multi-espèces. Près de la moitié du génome considéré comme [proprement] humain a été acquis, probablement par transfert de gènes avec des partenaires symbiotiques.

Toutes ses découvertes scientifiques et philosophes ont finalement amenées vers d'autres manières de penser la vie, en écartant des théories selon lesquelles, à l'échelle plus globale des organismes vivants, certains biologistes étaient persuadés qu'il existait de réelles discontinuités dans la nature tandis que d'autres, appelés [gradualistes], estimaient que la multitude des êtres vivants qui constituent la biodiversité s'inscrivait dans un continuum sans ruptures franches entre les espèces.

Pour les premiers, autrement appelés [créationnistes] ou [fixistes], la nature restait immuable à partir d'une origine considérée comme création divine. De fait, chaque espèce était le fruit de la création de Dieu. À l'inverse, les gradualistes eux, prônent une évolution des espèces englobant tous les êtres vivants dans un continuum.

[La nature ne viole jamais la loi de la continuité ; elle ne fait pas de saut. Charles Darwin adhère à une vision plus mutatoire : toutes les espèces des êtres de la nature forment une seule chaîne, à laquelle les différentes classes

une plus grande commodité]⁴³. Sous-jacente à la question de l'évolution, se pose également celle des rapports inter-espèces. D'un point de vue philosophique, l'anthropocentrisme défend l'idée que l'homme serait supérieur aux autres êtres vivants dans la mesure où il est doté d'une conscience, et possède des capacités mentales considérées supérieures telles que la raison, l'intelligence ou encore la parole. La théorie de l'évolution connue comme la description de l'histoire du vivant utilise la notion d'espèce comme notion de base, comme unité de la transforma-

[39] Création d'un nouvel organisme par association de deux ou plusieurs organismes entrant en relation symbiotique, et des transferts horizontaux de gènes qui lui sont associés. Ces deux théories " mutation aléatoire et symbiogenèse " s'accordent avec la théorie de la sélection naturelle mais divergent sur ce qui se passe avant la sélection, sur la question de savoir comment les unités sélectionnées par sélection naturelle se sont formées.

[40] Jan Sapp, Scott F. Gilbert et Alfred I. Tauber, "A Symbiotic View of Life"

[41] Les symbioses, puisqu'elles font du corps un collectif multi-espèces, rendent difficile sa conception libérale en termes de possession: "mon" corps.

se rapportent si étroitement les unes aux autres, comme autant d'anneaux, qu'il est impossible aux sens de fixer le point où l'une commence et où l'autre cesse]⁴². Pour ce dernier, l'évolution des espèces est due à l'accumulation, de manière variable de petites mutations, combinée au phénomène de la sélection naturelle. Ainsi, les systèmes de classification sont de [simples combinaisons artificielles, inventées pour

tion mais cette notion, qui peut paraître évidente à première vue par la différence d'apparence, l'est d'autant moins que l'on cherche à mieux la définir. On pourrait se dire qu'un changement de variété est un petit changement et un changement d'espèce un gros changement. Cependant, quel est le petit et quel est le gros changement ? L'interfécondité n'est pas non plus un critère évident.

L'absence d'interfécondité peut en un sens fabriquer à la longue des espèces différentes mais il n'est pas sûr que deux espèces différentes et proches ne soient jamais interfécondes biologiquement. L'absence d'interfécondité n'a pas comme seule cause la différence d'espèce. Il y a aussi l'isolement géographique, les différences anatomiques, comportementales, les différences d'habitudes sexuelles, autant de critères reposant sur l'adaptabilité à un milieu. D'autre part, il existe des possibilités que des espèces différentes se transmettent des parties du matériel

L'évolution des espèces est elle-même dialectique, contrairement à la forme dominante de la théorie de la sélection, [la théorie des mutations met l'accent sur les changements discontinus et soudains et considère que seuls ceux-ci ont un rôle dans la formation des espèces]⁴⁴. L'idée d'évolution est rendue encore plus complexe par la coévolution des espèces qui suppose qu'une évolution favorisée de manière darwinienne ne le soit pas seulement en fonction d'une seule espèce mais de plusieurs évoluant ensemble. Car le seul fait de l'existence de variabilités

[42] Gottfried W. Leibniz, "Nouveaux Essais sur l'Entendement Humain", 1857, p. 433.

[43] Dires de Charles Darwin, 1876.

[44] Hugo De Vries, botaniste néerlandais, découvreur des mutations génétiques et inventeur du terme mutations, 1905.

génétique, modifiant ainsi leur descendance. Dès lors, la notion d'espèce vivante est l'objet d'une contradiction dialectique : la notion d'espèce fige puisque les descendants d'une espèce ne peuvent qu'être de la même espèce. Alors même que l'idée d'espèces prévoit en premier lieu, et au contraire, l'apparition de nouvelles espèces. Sinon pourquoi sans arrêt des espèces apparaissent et disparaissent. Ainsi, la frontière entre espèces n'est que floue, mouvance et est dépendante d'interactions entre espèces et/avec le milieu.

individuelles et de quelques variétés bien tranchées, quoique nécessaires comme point de départ à la théorie, nous aide fort peu à comprendre comment se forment les espèces à l'état de nature, comment se sont perfectionnées toutes ces admirables adaptations d'une partie de l'organisme dans ses rapports avec une autre partie, ou avec les conditions de vie, ou bien encore les rapports d'un être organisé avec un autre. [C'est la lutte désordonnée des individus pour la vie qui est le moteur des transformations,

et non un mécanisme directif, orienté en vue d'un but], ensuite, il y a interaction d'échelle des transformations entre le niveau individuel et collectif. C'est l'individu qui vit les contraintes de l'environnement, mais c'est l'espèce qui regroupe et réalise les transformations.

[Doit-on alors repenser l'unité de base de l'évolution et ne plus la théoriser comme d'un concept linéaire qui proscribit le mutualisme ?]

Le mycélium ne cesse de nous démontrer qu'il est la figure de la symbiose et repense notre appréhension de la biologie, est-il tant que cela une anomalie des sciences du vivant ? Il nous amène à écarteler les fondements de ce qui fait la vie, à penser la communauté. La symbiose apparaît par son biais être la [règle] et non plus l'exception. La nature pourrait sélectionner des [relations] bien plus que des individus ou des génomes. C'est en tout cas ce que Scott Gilbert nous fait constater. Il appuie que la quasi-totalité des développements peuvent être considérés comme des symbioses. Par l'idée de symbiose, il fait référence à la capacité des cellules d'une espèce à assister le développement normal du corps d'une autre espèce. C'est précisément cette manière de penser la vie qui donne lieu à

un nouveau schéma explicatif de l'évolution. La notion de frontière et de transcendance paraît ici essentielle pour élucider un nouveau rapport à l'unité.

Transcender les frontières, les surplomber pour aller au-delà de la conception d'[espèce] s'annonce comme un véritable moment de brassage et de bouleversements. Car les symbioses effacent les unités pour en recréer de nouvelles, cette fois-ci bien plus collaboratives. Penser l'individu comme un écosystème devient peu à peu une révolution soudaine. Les pionniers de la symbiose du 19^e siècle ont amorcé un travail qui aujourd'hui perdure sous de nouvelles perspectives : la théorie hologénomique de l'évolution. En référence aux ensembles formés par les organismes et leurs symbiotes, identifiés comme des unités à part entière dans l'évolution du vivant : les [holobiontes], des méta-organismes. L'individu est à présent considéré comme un écosystème, une chimère complexe composé d'un organisme hôte et de ses microorganismes associés. Les interactions symbiotiques entre l'hôte et les micro-organismes qui vivent avec lui sont tellement étroites et complexes qu'il est impossible de les considérer comme des entités distinctes. Le terme a été utilisé pour la première fois en 1991

par Lynn Margulis, biologiste spécialiste de la symbiose, pour remettre en cause la conception traditionnelle de l'individu comme une entité autonome et séparée de son environnement. La biosphère peut être considérée comme un organisme unique capable d'autorégulation selon L. Margulis, à qui il faudra près quatre décennies avant qu'on considère que son hypothèse est crédible, et qu'elle ouvre la voie à une nouvelle conception de l'évolution : [l'évolution peut prendre parfois un tour inattendu, la 'symbiose' ou fusion des organismes fait état d'une réalité du monde]. C'est ainsi que seraient nées les cellules complexes, les végétaux et les animaux qui portent tous en eux, les traces de cette fusion originelle. Selon la théorie darwinienne dominante, l'origine des espèces provient de la différenciation d'un organisme antérieur, pas de leur fusion entre organismes étrangers. L. Margulis, elle, affirme que la vie n'est pas seulement le produit d'une guerre de tous contre tous : elle se serait développée par une association si étroite entre espèces qu'elle aurait abouti à leur fusion en un organisme unique.

[Chaque espèce est-elle donc un simple organisme qui exclut autrui ou un véritable écosystème

avec en son sein de multiples symbioses ?]

[Suis-je un holobionte ?

Cela dépend, de la vision qu'on a du concept. Dans la conception écologique, les holobiontes sont perçus comme des écosystèmes complexes et dynamiques, en constante évolution, façonnés par les interactions individuelles, de bas en haut. Donc, nous faisons partie d'un holobionte. Mais cela s'oppose au récit évolutionniste, qui conçoit les holobiontes comme des entités de haut niveau, apparentées à des organismes ou à des unités de sélection, et considère qu'ils sont construits comme un tout, de haut en bas. Selon ce point de vue, vous êtes un holobionte.] En se référant aux dires du biologiste et philosophe des sciences Derek Skillings ci-contre — le Mycète, lui, serait alors un écosystème holobionte avec la capacité de bâtir d'autres écosystèmes. Les théories endosymbiotiques remettent aussi en cause l'exceptionnalisme humain en ce qu'elles délègitiment l'idée que les humains sont au sommet de l'évolution. La représentation même d'une évolution sous forme d'arbre phylogénétique, où en remontant les branches on pourrait arriver à un ancêtre commun unique, ne tient plus avec les symbioses. Au lieu d'un arbre, c'est plutôt un buisson ou

un réseau qui serait une meilleure image pour la phylogénie, puisque chaque organisme a plus d'un ancêtre unique, étant lui-même une communauté multi-spécifique. Les symbioses questionnent ce qui se trouve supposément au bout des branches des arbres phylogénétiques : les espèces. Les relations inter-espèces ou trans-espèce impliquent comme on l'a vu des transferts de gènes et cette exubérance des flux génétiques se moque bien des catégories préconçues d'[espèces]⁴⁵. Au bout du compte, nous, êtres

pagnie d'autres êtres. Nous ne sommes pas des entités auto-poïétiques, mais plutôt copoïétiques / sympoïétiques, nous ne sommes pas le produit d'un développement interne et linéaire à partir d'une origine unique, ni d'une différenciation à partir d'un unique germe⁴⁷.

[Nous ne sommes pas autonomes, et notre existence dépend ultimement de notre capacité à vivre ensemble.] Ces constats ont amené D. Haraway à introduire le terme de sympoïétique, un concept pour décrire la manière dont les organismes vivants,

[45] "Manifeste des espèces de compagnie", pour Haraway, il y a un "débat vieux de cent cinquante ans autour de la question de savoir si la catégorie d'"espèce" désigne une entité biologique réelle ou ne représente rien d'autre qu'une commode boîte taxinomique".

[46] Le transfert horizontal de gènes est le processus par lequel un organisme incorpore le matériel génétique d'un autre organisme avec lequel il n'a aucun lien familial direct. Le transfert vertical de gènes est le transfert qui a lieu lors de la reproduction au sein d'une même espèce, de parents à leurs descendants.

[47] Les modèles autopoïétiques postulent l'existence d'êtres fermés s'auto-équilibrant, la sympoïèse part du constat de leur interpénétration et de leur ouverture .

[48] Donna Haraway, "When Species Meet".

vivants, ne sommes que des chimères génomiques, nous nous façonnons par l'hybride et ce sont précisément tous ces transferts génétiques horizontaux⁴⁶ qui questionnent nos modes d'inter-relations entre individus. Pour Donna Haraway, biologiste et philosophe des sciences, nous devenons ce que nous sommes à travers les relations que nous entretenons avec ce qu'elle appelle nos espèces compagnes. Nous devenons avec, en com-

y compris les êtres humains, co-évoluent et se co-produisent mutuellement. Un concept qui s'oppose à la vision classique de la biologie évolutionniste, qui considère les organismes comme des entités individuelles et distinctes qui interagissent avec leur environnement. Au lieu de cela, la sympoïèse considère — dans la continuité de la théorie de l'holobionte — les organismes comme des collectifs d'entités qui s'entremêlent et interagissent dans

des réseaux complexes. Dans cette perspective, les organismes ne sont pas considérés comme des entités autonomes, mais plutôt comme des produits de relations multiples avec d'autres organismes, leur environnement et leur contexte évolutif. La sympoiétique met finalement l'accent sur les processus de symbiose, de coopération et d'interdépendance qui permettent la création de nouvelles formes de vie et de nouvelles formes de relation entre les êtres vivants et leur environnement. En effet, [les partenaires ne précèdent pas la rencontre]⁴⁸, il n'existe pas d'état pur avant l'hybridation. En reprenant l'exemple du lichen, il n'est pas seulement une association entre une algue et un champignon, il est constitué par cette association et ne lui préexiste pas.

- Fig 131 [Scan UV] montrant l'entrelacement symbiotique entre mycélium et racine au sein du mycorhize *Voyria tennelae*. Taux de tissus fongiques et végétatifs. Haut, taux de tissus racinaires. Bas, taux de tissus mycéliens.
- Fig 132 [Scan UV] Superposition totale des masses de tissus fongiques et végétatifs au sein du mycorhize *Voyria tennelae*.
- Fig 134 [Scan UV] Montre l'entrelacement symbiotique entre mycélium et racine au sein du mycorhize *Voyria corymbosa*. Taux de tissus fongiques et végétatifs. Gauche, taux de tissus mycéliens. Droite, taux de tissus racinaires.
- Fig 136 [Scan UV d'un mycorhize] Vue de dessus.
- Fig 137 [Scan UV d'un mycorhize] Le champignon recouvre l'extrémité des radicelles de l'arbre d'un épais manteau.
- Fig 138 Photographie des termites du genre [termites macrotermitinae].
- Fig 139 Photographie de Mycètes du genre [termitomyces].
- Fig 140 Vue de face du calamar hawaïen [Euprymna scolopes].
- Fig 141 Vue de dessous du calamar hawaïen [Euprymna scolopes] et son attribut luminescent, obtenu par symbiose avec une bactérie particulière.

VERS DES
PRATIQUES
SYMPO
ÉTIQUES

PRATIQUER L'ORGANIQUE



[A] Quand le vivant s'invite dans les processus de conception

Tous ces phénomènes symbiotiques du vivant ne nous sont finalement pas si étrangers. Comme dit précédemment, nous ne sommes et nous ne serons jamais des entités autopoïétiques, à l'image de nos interactions avec autrui. Il en va de même dans une pratique design où la collaboration est omniprésente de quelque nature qu'elle soit. La sympoïétique du vivant peut-elle se transposer à nos pratiques du design pour penser autrement les interactions entre vivants et non-vivants? Je ne suis pas un scientifique et encore moins un biologiste, néanmoins je considère la pratique du design comme un écosystème dans lequel émergent et prennent forme, symboliquement et matériellement des concepts esthétiques, sociaux, politiques, épistémologiques. Ces concepts par ailleurs ne pourrait exister dans nos sociétés sans cette mise en culture⁴⁹ qui peut nous relier au vivant. Artistes ou designers chercheurs se nourrissent continuellement, s'octroyant au gré des contraintes et contextes, le droit d'observer et d'expérimenter les alentours pour fabriquer de nouveaux modes de réalités. Leur curiosité provoque bien souvent des associations

surprenantes nées de l'exploration des frontières entre telles et telles disciplines, artistiques ou non. Se permettre de repenser sa pratique en regardant d'autres horizons et méthodologies est selon moi essentiel et n'est pas une exception comme peut l'affirmer le mathématicien Stéphane Dugowson dans la revue [Pour la science] en 2006 :

[En tous domaines, nous nous étonnons que des frontières se révèlent floues. Il y a pourtant des raisons mathématiques de penser que, s'agissant des frontières, le flou n'est pas l'exception mais la règle, et que c'est au contraire la netteté qui est exceptionnelle.]

De plus, il apparaît important de distinguer dans un premier temps les différentes approches centre bio-design et design organique pour éviter des amalgames. Le bio-design était autrefois réduit à un certain style de design où le designer s'inspirait des phénomènes / formes du vivant pour en retirer une esthétique formelle organique. Mais cette activité de conception s'est étendue, pour tendre actuellement de la simple inspiration de la nature à son inclusion concrète dans nos processus de développement du projet par le design. Le design biomorphique s'inscrit ainsi dans le premier cas, il décrit une

approche de conception où le designer puise des formes, textures, des motifs récurrents issues de la nature pour concevoir formes, espaces, systèmes et structures organiques. Le design biomimétique implique quant à lui l'analyse de la structure et du fonctionnement des organismes vivants pour en dégager des objets qui reprennent le rapport morpho-structure-fonction. Luigi Colani, designer industriel allemand, fut par ailleurs l'un des pionniers en matière d'application biomimétique dans le domaine du design industriel. C'est en

l'inspiration au profit d'une inclusion concrète des organismes vivants au sein de nos pratiques pour résoudre des problématiques complexes avec une recherche par le design. Elle considère aussi les entités et concepts dans leur ensemble plutôt que de les diviser en parties distinctes, tous les éléments d'un système sont interconnectés et interdépendants dans cette méthode de pensée. L'emploi du terme [bio-design total] peut cependant mener selon moi à des flous sémantiques entre biomorphisme, biomimétisme et bio-design

[49] Hauser, J, "Art biotechnique: Entre métaphore et métonymie", 2008.

[50] Ludwig Colani a notamment conçu des voitures en forme d'œuf qui ressemblaient à des animaux marins, des trains qui ressemblaient à des serpents et des avions en forme de baleine. Ses designs étaient souvent caractérisés par des formes douces et arrondies, qui étaient censées offrir une meilleure efficacité aérodynamique que les formes plus anguleuses utilisées dans la conception traditionnelle.

s'intéressant à la façon dont la nature résolvait des problèmes — résistance à l'air, réduction bruit... qu'il concevait des produits aérodynamiques inspirés des structures organiques de la nature⁵⁰. Enfin, ces dernières décennies furent l'occasion pour certains designers d'appréhender la pratique du [bio-design total], une approche rejoignant totalement la pensée holobiontique et sympoïétique décrite dans le chapitre précédent. Résolument holistique, cette dernière dépasse

total. Je favoriserai donc le terme de [design sympoïétique] pour décrire ce phénomène holistique d'inclusion totale d'organismes vivants dans un processus. Dans le cas de la recherche-action que j'ai entrepris brièvement, ou même dans le déroulement de ce chapitre, le propos se recentre davantage sur l'idée de faire projet au travers du design sympoïétique. En intégrant les concepts de la sympoïétique du vivant dans les pratiques design, il serait possible de repenser la façon

dont nous concevons les différentes interactions entre les êtres vivants et non-vivants, humains et non-humains. Ce positionnement et cette attitude impliquent la création d'outils qui seront co-conçus avec les êtres vivants qui habitent un espace donné, plutôt que d'être simplement imposés par les humains. Au lieu de considérer les matériaux, substances, organismes comme des entités indépendantes isolées, nous pouvons les considérer comme des parties intégrantes d'un écosystème plus vaste ; pour finalement favoriser une harmonie symbiotique avec les processus naturels de l'écosystème environnant plutôt que de les perturber. [La fabrique du vivant], exposition présentée au Centre Pompidou en 2019, est justement une excellente amorce pour comprendre les mécanismes qui régissent les intersections entre science, biologie et pratique du design ou de l'art. Cette exposition [Fig 142] avait à cœur de déployer aux yeux des visiteurs les relations entre toutes ces disciplines au travers du prisme de la biologie synthétique. Elle mettait ainsi en lumière artistes et designers qui travaillent et façonnent notre monde via des matériaux biologiques, des organismes vivants et des processus biologiques [Fig 143-144]. Les œuvres présentées allaient des sculptures et

des installations aux prototypes de nouveaux matériaux et produits. Une réelle réflexion sur les implications éthiques, sociales et culturelles de la biologie synthétique en plus d'encourager le public à s'interroger sur les limites d'interaction entre homme/nature et de manipulation du vivant.

RECHERCHE-ACTION
PERSONNELLE

PROJET
'EXERCICES DE ZINE'

<p>Mon envie de disséquer le champignon sous toutes ses coutures ne s'est pas uniquement cristallisée au travers d'une enfance ponctuée de balades champêtres. L'année dernière, mon diplôme licence en design graphique me conforta davantage dans ces envies sous-jacentes de dialoguer avec les organismes vivants.</p> <p>Mon projet [Exercices de zine] proposait une balade éditoriale parmi huit graphzines, qui questionnent le rapport fond/forme dans l'édition alternative, inspiré ouvertement de l'exercice de style de Raymond Queneau.</p>	<p>Appliqué à la discipline de l'image, le designer graphique dispose de diverses variables / outils qui permettent de donner à voir le même contenu autrement : choix typographique, chromatique, mise en page, mode d'impression, choix format, choix relieure...</p> <p>Quatre de ces huit objets éditoriaux étaient basés sur la fongophobie — peur de la moisissure —. C'est ainsi que je me retrouvais à cultiver des moisissures aux spécificités diverses pour par la suite capter leur matérialité au sein d'un laboratoire d'impres-</p>	<p>sion tout aussi instable que mes cultures. En effet, j'entreprenais une exploration palpable de la plasticité du microorganisme via des techniques d'impressions dynamiques — cyanotype, chimigramme, rayogramme—. Avec pour finalité, un échantillonnage de formes éditoriales proposant le même contenu sous des formes diverses tels qu'un leporello en couverture peau d'orange, un tapis de lichens... Dans ces derniers, une moisissure devenait matière, une odeur devenait trace, un support s'accordait aux jeux de l'éphémère.</p>	<p>Le livre est originellement l'espace pensé pour laisser trace, conserver/figer tout type d'élément, il agit en tant que réceptacle d'une mémoire ; dans mon cas j'en renversais l'usage premier pour en faire un espace voué à disparaître. Ce projet fut véritablement un tournant dans ma pratique expérimentale car je me rendis compte de l'importance d'aborder un autre rapport à la temporalité, qu'inclure des organismes vivants modifiait totalement ma manière d'être. Nous essayons perpétuellement de pérenniser, l'humain adhère peu à l'idée de</p>
---	--	---	---



[Fig 085]
[Fig 086]

[Fig 087]
[Fig 088]

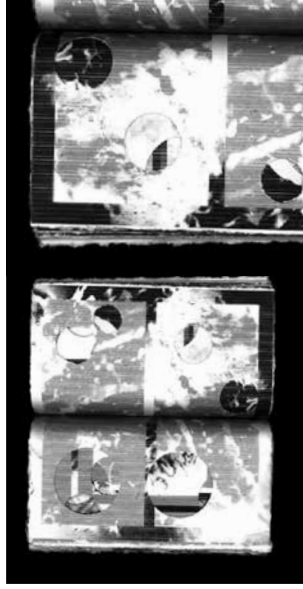
[Fig 089]
[Fig 090]

[Fig 091]
[Fig 092]

RECHERCHE-ACTION
PERSONNELLE



PROJET
'EXERCICES DE ZINE'



[48]

Le livre fait état d'un patrimoine écrit, il en est historiquement un médium redoutable de communication à travers l'espace qui traverse le temps. L'écrit enregistre et interprète les événements, les coutumes, les croyances et les lois, l'évolution des mentalités, des institutions, des connaissances, des techniques et des arts : à ce titre, sa conservation et son étude restent indissociables des notions mêmes de connaissance et de culture. Cela étant dit, l'arrivée de l'écrit numérique a entaché ce monopole de l'information et de la communication qui avait été, depuis plusieurs siècles et sans partage, le privilège de la propriété imprimée.

ruines et de décomposition d'une mémoire. Dans une société en quête d'une conservation parfaite et excluant toute précarité, mes propositions éditoriales avaient de quoi surprendre. Et pourtant, elles furent l'occasion de redéfinir pour moi un rapport aux supports	imprimés, qui ne laissait intacts ni le support, ni le médium, ni le message lui-même, et qui modifiait intrinsèquement les conditions de la lecture, de la communication et de la diffusion des textes. D'emblée, j'affirmais un désir de pratiquer l'éditoriale de façon plus organique	[[littéralement et métaphoriquement], de penser l'éphémérité et faire émerger des supports évolutifs. Permettant ainsi de passer d'une couverture en peau d'orange, mutant de couleurs jours après jours sous l'action du penicillium italicum, jusqu'à coloniser l'inté-	rieur de l'édition et la détruire... à un tapis de lichens s'effritant progressivement à chaque manipulation, qui semaines après semaines, se voyait colonisés par d'autres végétaux et insectes pour en faire une véritable édition-écosystème éphémère.
--	---	---	---

Pourtant, adopter une posture [hybride] utilisant dans ce cas précis outils, dispositifs et méthodes scientifiques/ organiques n'est pas sans poser questions. Malgré son gain de popularité, créer au côté du vivant provoque le plus souvent un sentiment de surprise, que ce soit de la part du corps scientifique aussi bien que des acteurs du milieu du design ou de l'art, cette démarche présente l'avantage de ne pas laisser indifférent. Le défi de cette partie consiste à mettre une pratique design à l'épreuve du vivant, de s'interroger sur la manière de et le besoin

[52] Sendler, E, 1981, "L'icone image de l'invisible: éléments de théologie, esthétique et technique"

[53] Répéter la forêt, 1969-1997.

de proposer une pratique du design plus en interaction avec l'observation du vivant. Il n'est pas rare de faire le constat que les disciplines se chevauchent et se décroissent au fil du temps. Leurs limites s'amincissent car le designer propose de catalyser dans des équipes pluridisciplinaire tout ce qui l'entoure pour favoriser une pratique du projet [sensible et sensé]. Il m'apparaît après certaines expérimentations entreprises avec le *Physarum Polycephalum* que son inclusion concrète dans mon processus de création modifia durablement la perception de ce que je nomme

les [pratiques du vivant]. La brève recherche-action que j'ai entreprise me permet d'avancer l'hypothèse qu'inclure un organisme vivant dans sa pratique propose un dépassement du rapport dialectique entre les pratiques métaphoriques et les pratiques effectives au sein de ces pratiques du vivant. Par ce dépassement se traduit le fait de considérer ces pratiques davantage comme des espaces, où médiums traditionnels et médiums vivants font partie d'un continuum et d'une hybridation symbiotique.

[Toute œuvre d'art manifeste une unité organique. Les éléments qui la constituent se lient si intimement dans la vision de l'artiste qu'ils font surgir une nouvelle réalité.⁵²]

La pratique copoïétique du vivant apparaît naturellement comme une véritable réponse pour pratiquer autrement, notamment par l'inclusion d'organismes vivants dans notre processus de création. Les propriétés hors-normes du mycelium ont depuis quelques années conquis certaines disciplines de design [notamment architecture, textile...], dési-

reuses d'une fabrique de la forme en coopérant avec le vivant. Les fungi, tout comme la bactérie, font aujourd'hui l'objet d'innombrables recherches pour tenter d'explorer leur potentiel plastique, écologique et réinventer nos modes de création.

[B] Vers des pratiques en gestation

En ce sens, le 'Growing design' s'impose aujourd'hui comme d'une véritable discipline à la croisée des frontières. Un des marqueurs incontournables du 'Growing design' est qu'il repense notre relation à la fabrication, avec à présent l'usage de [grown materials], des matériaux en devenir qui repense la manière de composer avec le temps. Travailler avec des organismes vivants suggère la question de la temporalité. Historiquement, on peut dénombrer des premiers exemples où le temps devient matériau et englobe tout le processus de création. La singularité de la sculpture contemporaine demeure, par exemple, peut-être cachée : son rapport au temps est tout autre. Plus largement, le temps est au cœur du courant de l'Arte povera, qui impose l'Italie sur la scène internationale dès la fin des années 1960. Un de ses représentants les plus notoires, Giuseppe Penone,

évide les troncs de bois pour y retrouver la forme, incluse, de l'arbre en sa jeunesse et joue des allers-retours entre le passé et le présent, dans un esprit où la psychanalyse se mêle à l'archéologie pour inventer un art à rebrousse-temps⁵³. On peut également penser aux travaux d'Edward Steichen, photographe passionné de fleurs au combien rares qui exposa des delphiniums hybridés au MoMA en 1936 [Fig 147], ou encore à George Gessert, précurseur du bioart, qui depuis les années 1970 se consacre également à l'hybridation végétale en tant que pratique artistique [Fig 148]. Ce dernier propose un vrai avant-gardisme en introduisant la modification de gènes de fleurs comme d'un acte résolument artistique. Un art dit [transgénique] qui n'est pas sans controverse, ses œuvres invitent à une réflexion sur la façon dont nous percevons la vie. En plus des artistes, chercheurs et scientifiques sont impliqués dans le bioart. À travers moult hybridations [interaction des atomes pour créer de nouvelles orbitales hybrides], Georges Gessert conçoit des pétales de fleurs qu'il cultive pour montrer que l'esthétique est un facteur d'évolution important. Ainsi, pour certains artistes, l'utilisation du vivant comme médium apparaît comme un moyen de prendre position vis-à-vis de la place des

biotechnologies dans la société. Traditionnellement, les designers sélectionnent des matériaux pour matérialiser un concept. Dans le 'growing design', les matériaux ne sont plus seulement sélectionnés pour leur qualité, le designer les cultive lui-même et brise son rapport aux matériaux. Tous ces bouleversements dans le faire amènent à concevoir des matériaux nouveaux, mutants, et, leur intégration propose au concepteur la possibilité de tisser plusieurs liens entre les disciplines : en empruntant à la biologie, le jardinage... Dans ces logiques, le matériau n'est plus assujéti à nos actions humaines mais bien l'inverse, l'organisme vivant nous demande de nous adapter et comprendre son fonctionnement. Tout au long du processus de création, ma relation avec l'organisme physarum polycephalum ne cessait d'évoluer. Contrairement à une démarche impliquant des médiums plus traditionnels — et donc non-vivants, mon résultat reposait en grande partie sur cette relation tissée avec l'organisme. Créer avec le vivant permet d'apprendre à renoncer au contrôle et à l'assujettissement. L'adaptation mutuelle entre humains et organismes vivants traduit une posture active de renoncement à corriger le milieu. Il ne s'agit pas de transformer le milieu pour qu'il corresponde à

nos propres projections. Ainsi il faut garder à l'esprit que [Faire-avec le vivant] est d'accepter de se plier au jeu de l'altérité. Pour que la co-construction de pratiques du vivant puisse avoir lieu, le designer doit à mon sens accepter d'être continuellement transformé par les enchevêtrements des connaissances et compétences avec les non-humains. Les imprévues peuvent être considérées comme des heurts au sein d'un processus de projet développé par le design. Expriment une altérité qui, pas moins que celle entre humains, se manifeste en nous surprenant, en contredisant nos attentes et en résistant à nos tentatives de la ramener à nos représentations habituelles. Pratiquer avec le vivant doit se faire dans un mouvement dialogique car ce sont ces mêmes heurts rencontrés sur le chemin qui amènent le designer à vivre des transformations. Pour apprendre des pratiques du vivant, il devient nécessaire d'apprendre à désapprendre, s'émanciper d'automatismes de création mécaniques classiques au profit de débordements et d'une nouvelle appréhension d'un projet transdisciplinaire. Pour que l'idée de [faire-avec] soit en réalité un [devenir-avec] et que les processus mis en place par le design puissent être qualifiés de sympoiétiques, cela exige des parties de se transformer mutuel-

lement et en permanence. Les designers sympoiétiques revendiquent aujourd'hui une réelle porosité aux manières d'être des éléments de la nature. Être capable de répondre des liens que l'on tisse avec autrui, et cela sans sentiment de supériorité ni culpabilité autocentrée, voilà un enjeu de taille pour le design sympoiétique. Le concept de respons[h]abilité — traduit en français avec un [h] pour insister sur la dimension d'habilité ou de capacité à répondre — est créé pour problématiser ce point par Donna Haraway. Le sens de chaque respons[h]abilité se construit à partir de quelque chose dont on doit hériter et d'une confiance à créer collectivement. Humains comme non-humains proposent, ensemble, une direction inattendu, on accepte des contraintes que l'on n'avait pas demandées, mais qui découlent de la rencontre.

[Vivre et laisser vivre] devient une nouvelle manière d'approcher et faire du design, les médiums [débordent] les uns les autres, s'entrelacent et se complètent pour finalement créer un tout cohérent, une unité. À contre-courant de la conception répandue d'un art pérenne, Michel Blazy propose depuis les années 1990 un art qui semble plutôt appelé à disparaître. C'est avec des matériaux qui composent notre quotidien

que l'artiste a choisi de travailler. Se définissant comme sculpteur, il revendique une confrontation avec la matière et privilégie des matériaux périssables et consommables qui appartiennent au registre de l'alimentaire — purée de carottes, concentré de tomates, flocons de pommes de terre, vermicelles de soja, crème dessert, bonbons..., de l'hygiène ou de l'entretien — papier toilette, papier essuie-tout, savon, bain moussant, dont l'utilisation courante a banalisé l'existence. Un artiste français qui illustre parfaitement ce désir d'un design plus organique où le vivant, plus précisément les micromycètes, s'imposent à une œuvre et l'autonomisent. Plus qu'une réconciliation, c'est un renouvellement avec le temps qu'il propose en travaillant sur la fragilité du vivant. à la manière d'Anna Tsing, il [pense et crée avec l'éphémère], l'évolution des matériaux organiques qui se décomposent lors de ses expositions et produisent des germinations et des moisissures fascinent le spectateur tant par leur aspect visuel que par leurs odeurs. Le temps devient alors constitutif du développement de son travail, comprendre ses sculptures organiques c'est avant tout lui porter un regard patient et attentif [Fig 149-150-151] à la manière d'une promenade champêtre. De laisser le temps

au matériau de s'activer et d'accepter l'imprévisible et les étapes qui modifient durablement les œuvres de ses expositions.

[La fragilité des matériaux ou des phénomènes inscrits au cœur de ma démarche présente des contraintes : tant chez moi, où ce petit univers a une autonomie d'une semaine, que dans un dispositif d'exposition. Tout le problème du travail, c'est qu'il me survive et devienne autonome. Les chaussures présentées actuellement à Venise sont ainsi de véritables petits jardins qui s'entretiennent. Les œuvres sont des êtres vivants, avec plusieurs stratégies de vie. Il y a des organismes comme les moisissures, qui peuvent rester comme mortes des milliers d'années puis repartir. C'est comme si nous nous mettions en veille et que ça repartait dans cent ans ; une jolie piste de réflexion offerte par des matériaux ô combien humbles...]
Artiste & Jardinier
contemporain, Michel Blazy

Ainsi, en recouvrant un mur de purée de carottes [Fig 153] — Mur de poils de carottes, 2000, ou des boules de coton avec du yaourt liquide [Fig 154] — Cotonyop, 2002, l'artiste offre au spectateur la possibilité de suivre jour après jour la transformation de l'œuvre et les différents états de ses modifications (dessèchement,

moisissures, odeur...) comme le montrait son exposition Post Patman [Fig 155] au Palais de Tokyo à Paris, en 2007. De par les matériaux qu'il emploie, Michel Blazy conçoit donc un travail qui est nécessairement évolutif et qui vient se situer dans le registre d'un art de la disparition. Pourtant, sous couvert de décomposition, ses œuvres ont au contraire tendance à ne pas disparaître complètement, tant leur forme offre des transformations organiques en matière de couleur, de texture et aussi d'odeur. Œuvre éphémère, la réactivation de sa réalisation tient ainsi du mode d'emploi qui s'apparente à la fois chez l'artiste à la recette de cuisine et au protocole, un moyen de repenser la question de la pérennité et de l'unicité de l'œuvre d'art. D'une autre manière, le recours aux facultés d'adaptabilités du mycelium permet l'émergence de nouveaux enjeux pour le design : Aniela Hoitink tisse ainsi des robes à partir de mycelium appelées [Mycotex]. Le mycelium est généralement utilisé dans l'industrie sous forme solide à l'aide un substrat. Cependant, Aniela décide ici de le combiner aux textiles dans le but de créer un produit composite flexible [Fig 156]. En résulte un apprentissage in situ des facultés mycéliennes qui débouche sur une vraie innovation textile : l'étonnante

élasticité de cette robe permet à cette dernière de s'auto-régler à la taille [Fig 157]. Toujours à base de mycelium, on ne pourrait parler d'innovations dans le design sympoïétique sans mentionner le studio Klarenbeek & Dros, studio néerlandais de design, et sa célèbre [Mycelium chair] [Fig 158-159]. Cette œuvre — présente dans les collections du Centre Pompidou, est issue d'une nouvelle technologie d'impression 3D de mycélium vivant, dans une recherche d'alternative industrielle aux plastiques et aux bioplastiques. Klarenbeek & Dros s'intéressent également aux algues comme nouveaux matériaux novateurs et sont désireux de remplacer les matériaux traditionnels de production par des matières vivantes. Cette chaise est faite à partir d'une structure imprimée en 3D, dans laquelle se développe le mycélium vivant d'un champignon [le reishi, un champignon particulièrement résistant], imprimé numériquement dans un mélange d'eau, de paille en poudre et de sciure. Le mycélium fait ici office de 'colle vivante'. Une fois imprimée, cette chaise [vivante], avec ses champignons, continue de croître quelques jours en laboratoire. Une fine couche de bioplastique vient ensuite la recouvrir afin de stopper le processus de croissance. La chaise peut être compostée et ce procédé pourrait

trouver de nombreuses autres applications dans les produits de la vie quotidienne. Le design graphique, bien que minoritaire dans l'exploration mycélienne, n'est pas en reste. La biologie s'y invite et propose de nouveaux modes de représentation par sa compréhension de la photosynthèse de microalgues. Le projet [Cultures] de Lia Giraud retrace l'invention d'un nouveau type d'images vivantes nommées [Algaographies]. Celles-ci sont fabriquées par des organismes mobiles et photosensibles — microalgues, capables de réagir et de s'organiser en fonction de la lumière. En 4 jours, le mélange se solidifie, fixant les cellules dans un milieu nutritif permettant leur survie. Les images sont alors extraites des dispositifs de cultures et posées sur des tables lumineuses, en vue du public. Elles continueront de vivre et d'évoluer face aux conditions hostiles de l'exposition : dégradations, contaminations, interventions du spectateur... En faisant des phénomènes biologiques les matériaux sensibles et opératoires de ses œuvres, elle met en évidence les états de rupture qui agitent notre expérience du [milieu]. Engagée dans la création de [nouvelles écologies], ses œuvres initient des écosystèmes de recherche interdisciplinaire à la frontière des sciences et de la société, impliquant des cher-

cheurs en sciences de la nature, des penseurs, des artistes, des communautés citoyennes.

[Dans mon travail, je m'intéresse plutôt à des formes de vies négligées, dont la taille ou la temporalité semblent échapper à nos perceptions. Cette vie que nous avons oubliée. Par elle, je cherche à mettre en évidence les comportements primaires de cette matière dont nous sommes aussi constitués : des sensibilités à l'environnement, des dynamiques d'adaptation, des phénomènes d'élaboration collective ou de lutte, des spécificités individuelles, etc... Ce sont ces réalités dissimulées, révélées dans mes œuvres, qui m'animent et me permettent d'imaginer différemment le monde qui vient.]

Artiste plasticienne & Doctorante PSL SACRe, Lia Giraud

[C] Symbiose & interdisciplinarité: L'amorce de pratiques sympoïétiques

Les matériaux offrent toujours plus quand les designers ont la possibilité de jouer avec. Les scientifiques repoussent toujours plus loin les barrières du possible avec une attention particulière pour les spécificités d'un matériau et ses possibles mutations. Le bio design s'inscrit dans un parallèle de recherches et [cross-fertilise] les domaines

scientifiques. Annie Thibault présente ainsi [La chambre des cultures, déviance et survivance] [Fig 162] comme d'une ouverture à l'instable et l'inhabituel, sous le signe de l'enchantement. Être enchantée, c'est être à la fois charmée et troublée. Annie dépeint la vision de Deleuze pour qui les enchantements du monde résident dans leurs continuelles capacités matérielles de métamorphoses. En ce sens, les champignons sont pour elle de véritables emblèmes de résilience, ils participent à la bioremédiation de l'environnement, à la décomposition et la régénération des sols, en plus de posséder de nombreuses propriétés médicinales. Cette fascination pour le mycélium de champignon et son pouvoir d'interconnectivité, de décontamination et de résilience l'a motivée, à l'hiver 2015, à créer son propre système d'enchantement : la création d'une serre de culture de pleurotes dans un local désaffecté des sous-sols de l'université d'Ottawa.⁵⁴. Combinant l'esthétique au fonctionnel, ces assemblages fongiques sont en soi des [œuvres-systèmes] autonomes qui doivent s'adapter pour survivre à un environnement domestique et artistique hors d'un milieu naturel, ou des conditions optimales de la serre ou du laboratoire. Dans son ensemble, le projet [La Chambre

des cultures], déviance et survivance, est pour Annie une métaphore du processus de création. Il interroge l'œuvre d'art en lien avec les processus naturels qui impliquent des notions d'unicité et de multiplicité, de nature et d'artifice, d'intention et de hasard, de pérennité et d'éphémère, d'adaptabilité et d'immuabilité. Il soulève des questionnements sur notre capacité d'ouverture esthétique affective envers la vitalité matérielle des corps non-humains et des choses, stimulant un partage relationnel et une interconnectivité écologique entre ce qui est visible et ce qui est imperceptible et inaudible. Projeté dans une perspective post-anthropocène au-delà même de la résilience de la nature [La Chambre des cultures] interroge un audacieux concept d'hybridité et d'hétérogénéité promouvant l'agentivité des systèmes animés et inanimés, des matières naturelles et artificielles qui se confondent et fusionnent pour devenir indiscernables au point de s'annuler mutuellement.

Les concepts symbiotiques et hybrides semblent innover nos pratiques de plus en plus, au point même où certains artistes /designers fondent justement leur pratique autour de ces phénomènes. C'est le cas du travail de l'artiste Pascale Gadon Gonzalez qui oscille entre art et science. Résolument symbiotique

— conceptuellement comme techniquement, son travail autour des lichens apporte un vrai regard croisé sur les phénomènes d'interdépendances qui régissent la sphère artistique et le monde du vivant. Le lichen est en effet emblématique dans ses recherches et constitue le lien organique de ses représentations. Entre perception, identité et altérité, Pascale Gadon Gonzalez questionne les dynamiques cognitives à l'origine de l'art et de la biologie. Se jouant des échelles, du microcosme au macrocosme, Pascale met ainsi en regard des mondes cachés. Les lichens — issus du processus mutualiste de symbiose, sont pourtant à l'origine de la vie végétale terrestre et de toute forme organique comme nous informe le chapitre sur les origines du monde. Il est un être multiple, n'a pas de centre et nous renvoie l'image d'un va-et-vient ontologique. Le processus symbiotique des lichens expose simultanément deux niveaux d'organisation. Qu'est-ce qui est [individu] chez ce dernier ? Alors que la symbiose est complète et que les deux structures s'exposent de façon séparée sous l'œil du microscope, que la nature autorise chacun des deux individus à se reproduire séparément, elle ne présente qu'une vision unitaire. Dans ces conditions [l'un] a une identité

complexe, multiple et une à la fois. Peut-on alors considérer le lichen comme un entre-deux compris entre [identité et altérité], comme métaphore de l'interdépendance, comme révélateur d'un écosystème symbiotique ? Le rapport d'échelle de ces lichens devient ainsi autre dans son exposition [Nous sommes lichens] [Fig 163▶170] et dévoile une véritable architecture organique qui reconsidère l'individu et la préciosité du vivant. Elle est l'occasion de poser autrement notre regard car ce nouveau rapport d'échelle lui donne un statut autre : trop souvent organisme insignifiant que l'on ne remarque à peine dans la vie quotidienne, il devient ici au centre des préoccupations.

Les nouveaux paradigmes que Pascale met en place incite à voir autrement le vivant, à s'interroger sur les formes que peuvent prendre de tels écosystèmes. La symbiose est avant tout une posture de rencontre, elle se réalise par une diversité biologique comme potentiel soudain de nouveauté. En tant que photographe, Pascale entend capturer dans ses œuvres des postures de contacts, d'aboutements, d'accolades, d'agencements, d'organisation à l'intérieur du lichen. La symbiose engage des possibles qui ne sont ni prédéterminés, ni calculés.

Finalement, il est spéculatif mais très probable, que les mutations que connaissent actuellement nos sociétés et nos environnements mettent en crise notre manière d'être au monde. Elles interrogent ainsi notre capacité à faire projet et fabriquer des visions prospectives. Ce contexte nous incite à imaginer de nouveaux modèles de création plus mouvants permettant de s'inscrire dans l'inconnu et l'incertitude, de dépasser l'effroi et d'inventer des actions capables de s'inscrire plus en symbiose avec nos environnements. Toutes ses pratiques aussi singulières soient-elles se rejoignent par la prisme de la sympoiétique. La sympoiétique est un concept crucial pour comprendre cette nouvelle mise en marche vers des processus design plus ouverts. Des espaces sympoiétiques désignent des mondes qui se forment avec, en compagnie [et non malgré], où humains et non-humains s'impliquent dans des assemblages complexes, réactifs mais surtout collaboratifs. Les processus sont rendus possibles grâce à une action distribuée entre partenaires humains et non humains, où ils se transforment mutuellement et où les humains jouent le jeu d'accueillir les formes d'expressions non humaines. Ces processus sont des [performances cosmologiques] selon Donna

Haraway, puisqu'ils génèrent des mondes partagés, entre-tissent les processus et propositions humaines et non humaines.

Interdisciplinarité, transdisciplinarité, pluridisciplinarité sont autant de termes récurrents pour la discipline design ils signifient le métissage, la mise à l'œuvre de symbioses, une stratégie de l'entre-deux en somme. La sympoïétique valorise ainsi la mise en marche de [symbioses coopératives], tout en gardant à l'esprit que nos pratiques se lieraient aux organismes vivants pour projeter et accepter des pratiques mutantes, transitoires et éphémères. Pourtant, et ce malgré que je n'ai cessé dans ce présent mémoire de glorifier les bienfaits trans-culturelles, trans-disciplinaires que les mycètes occasionnent sur nos modes d'existence. Rappelons que la compréhension du mycélium est régi, que nous le voulions ou non, par une imagerie parasite culturelle et visuelle particulièrement tenace. De ce fait, si, dans le futur nous sommes amenés à voir le mycélium en tant que support affirmé d'exposition, d'emballage, de textiles... Il reste important de considérer au-delà de l'usage la réaction des populations face à l'incorporation concrète du vivant dans nos modes d'existences. Comme évoqué dans le chapitre dépeignant une chronologie du

symbolisme fongique, ce dernier ne s'est que très récemment modifié — passant de l'incarnation de la méfiance à l'un des êtres vivants des plus nobles —. Après plus d'un demi-siècle, nous, sociétés occidentales, commençont enfin à accepter les hyphes du mycélium plutôt que de les sectionner. Ce constat permet aisément de se projeter pour imaginer le temps qu'il sera nécessaire aux populations d'assimiler un nouveau quotidien infusé de mycélium et autres matériaux vivants.

Figures du chapitre	Fig 151	Monographie Michel Blazy, réalisé par André Baldinger, 2015.	162	d'une culture de pleurotes de l'exposition [La Chambre des Cultures, Déviance et Survivance], 2015.
	Fig 152	Michel blazy, [Bar à orange], à base de d'oranges, 2012.	Fig 163	Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], Pseudevernia furfuracea, structure fructiculeuse, 145x102cm, collecté en août 2000.
	Fig 153	Michel blazy, [Mur de poils de carottes], à base de purée de carottes pourissant progressivement, 2000.	Fig 164	Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], Hypogymnia physodes, structure foliacée, 141x102cm, collecté en juillet 1998.
Fig 142	Fig 154	Scénographie de l'exposition [La fabrique du vivant] au Centre pompidou	Fig 155	Michel blazy, [Patman 2], sculpture composée de nouilles de soja colorées avec du colorant alimentaire jaune. 2007.
Fig 143	Fig 156	Claudia Pasquero, zoom sur le projet [Xenoderma] exposé durant [La fabrique du vivant], impression 3D et toiles d'araignées.	Fig 157	Aniela Hoitink, échantillons de mycelium-textile permettant la confection de la robe [MycotEX], 2016.
Fig 144	Fig 158	Claudia Pasquero, projet [Xenoderma] exposé durant [La fabrique du vivant], impression 3D et toiles d'araignées.	Fig 159	Aniela Hoitink, projet [MycotEX], robes à base de mycelium, 2016.
Fig 145	Fig 160	Giuseppe Penone, Répéter la forêt, 1969-1997.	Fig 161	Studio Klarenbeek & Dros, projet [Mycelium chair], impression 3D de mycélium vivant à base de reichi, mélange d'eau, de paille en poudre et de sciure.
Fig 146	Fig 162	Zoom, Giuseppe Penone, Répéter la forêt, 1969-1997	Fig 163	Studio Klarenbeek & Dros, projet [Mycelium chair], impression 3D de mycélium vivant à base de reichi, mélange d'eau, de paille en poudre et de sciure.
Fig 147	Fig 164	Edward Steichen, delphiniums hybridés, 1936.	Fig 165	Lia Giraud, projet [Cultures], procédé photosynthèse à base de microalgues appelé Algaographie, 2011-2021
Fig 148	Fig 166	George Gessert et ses pétales de fleurs transgéniques, 1970.	Fig 167	Lia Giraud, projet [Dialogical dreaming], procédé photosynthèse à base de microalgues appelé Algaographie, 2017.
Fig 149	Fig 168	Double page de la monographie Michel Blazy, réalisé par André Baldinger, 2015.	Fig 169	Annie Thibault, détails
Fig 150		Dispositif de création de couverture de la monographie Michel Blazy, mucus d'escargot sur papier, réalisé par André Baldinger, 2015.		

[01] ENTRETIEN
HELENA CRUZ
DE CARVALHO

BIOLOGISTE,
CHERCHEUSE &
SCIENTIFIQUE

[02] ENTRETIEN
PASCALE
GONDA
GONZALEZ

ARTISTE AUX
CROISEMENT
ART & SCIENCE

Quel est ton parcours et tes travaux biologiques de recherche ?

H.C J'étudie depuis une vingtaine d'années en tant que biologiste sur la physiologie moléculaire et les questions d'adaptabilités du vivant face aux contraintes environnementales. Ma recherche se concentre sur les diatomées, des protistes marins qui dominent les milieux aquatiques. Il y en existe par ailleurs plus de 100 000 espèces, ces microalgues à la coque en verre de silice sont responsables de 20% de l'oxygène sur Terre. Pourtant j'étudie une diatomée modèle bien particulière qui ne comporte pas de silice, je cherche à comprendre le fonctionnement de son génome et ses réponses à la dérive des courants marins. La particularité des diatomées est que, tout comme le plancton, ne sont pas immobiles, ils sont à la dérive, ils vivent au gré d'où le courant marin les emmène. En somme, ils subissent et doivent être en mesure de répondre à toutes ces fluctuations environnementales.

Comment envisages-tu les organismes symbiotiques et multi-génétiques dans ta recherche ?

H.C Je ne les envisage pas

réellement, je me focalise davantage sur un organisme et étudie leurs gènes non-codés. Cependant, l'approche scientifique et génomique est intéressante car pour comprendre la forme et fonction d'un génome en particulier, il est commun de muter un gène avec un autre pour déduire un problème. De plus en plus de chercheurs étudient des espèces modèles et se rendent compte qu'incorporer d'autres espèces dans le schéma expérimental permet d'aller plus loin. Car tu te rapproches davantage du réel et de ce qu'il se passe réellement dans la nature. Après, dans l'approche scientifique nous ne cherchons pas forcément à créer les conditions identiques d'un environnement, on ne fait que les artificialiser. Il est question de modifier un facteur à la fois, inclure trop de variabilité issue du vivant ne permet pas d'aboutir à des réponses spécifiques.

Considères-tu la contamination, en tant que biologiste, comme d'un concept résolument négatif ?

H.C La contamination dépend en fait d'un contexte, dans un contexte scientifique au laboratoire, la contamination l'est résolument car nous cherchons une vraie stérilisation pour

étudier au mieux une cellule, embryon ou toute autre organisme. Quand nous mettons les génomes en condition d'asepsie, l'inclusion d'une seule bactérie dans une boîte de pétrie peut fausser une expérimentation. Néanmoins dans un cadre plus anthropomorphique, la contamination me paraît nécessaire car nous nous recrutons constamment. La symbiose est-elle une réponse à la nécessité de l'adaptabilité d'un organisme à un environnement donné ? Penses-tu aussi que son impact dans la bio-diversité n'a t-elle pas été amoindri ?

H.C Je traduirais la symbiose par l'équilibre, la nature cherche toujours un équilibre et ne complexifie sa bio-diversité que si nécessaire. Je pense que son impact a été sous-estimé, on ne commence que très récemment à voir que tout est symbiotique, les symbioses sont universelles. Historiquement, nous sommes biaisées et notre imaginaire est façonné autour de la question de l'opportunisme, que tout être extérieur apparaît comme d'un parasite alors que c'est faux à mon sens. Si nous nous mettons à l'échelle de la Terre et qu'elle devient une boîte de pétri, nous en sommes les parasites.

La découverte du caractère symbiotique du lichen a-t-il amené selon toi à repenser l'unité de base de l'évolution et ne plus la théoriser comme d'un concept linéaire / intraspécifique qui proscrit l'échange de matériel génétique imprévu ?

H.C Je pense que oui, cette découverte a été un tournant et à repenser notre vision de l'évolution. Lynn Margulis en est un bel exemple, ces découvertes de l'évolution post-symbiose pour expliquer le vivant n'ont été reconnues qu'uniquement après sa mort, au moment de ces découvertes il y avait beaucoup de scepticisme à son égard. Notamment car l'humain s'est toujours pris comme échelle de référence, de surcroît il a toujours eu du mal à s'affranchir de tout ce qu'il ne lui ressemble pas et donc, d'admettre que la vie biologique puisse user d'une intelligence et d'un transfert génétique horizontal pour se recruter. Pendant 2000 ans avec la génération spontanée, on pensait par exemple que les araignées apparaissaient spontanément et que c'était les êtres du diable, c'est avec l'arrivée de Pasteur que les courants de pensée ont commencé à évoluer. Les croyances ont joué un rôle

fondamental dans l'appréhension du vivant et ont cadencé notre vision de cette dernière.

Les relations interspécifiques que le mycélium occasionne sur les 3 règnes du vivant façonnent nos mondes et nous, organismes vivant de vivre. Pourquoi cette part active des mycètes dans la construction du monde a-t-elle été prise si peu en considération ?

H.C Comme dit précédemment, l'humain s'est toujours pris comme échelle de référence, de surcroît il a toujours eu du mal à s'affranchir de tout ce qui ne lui ressemblait pas et donc, d'admettre que la vie biologique puisse user d'une intelligence pour se recruter.

Que penses-tu alors de la théorie de l'holobionte, selon laquelle chaque espèce serait un véritable écosystème avec en son sein de multiples symbioses ?

H.C La théorie de l'holobionte est fondamentale dans la biologie. Avec ce dernier l'unité disparaît au profit d'un réseau. Notamment car les frontières d'un individu sont très complexes. En tant qu'humain, nous sommes des enveloppes à bactéries et en possédons infiniment plus que

de cellules dites [propres] à nous. En partant de ce constat : ou est l'individu là dedans ? On ne pourrait pas fonctionner sans les bactéries, vivre dans un milieu aseptisé nous est impossible. L'individu a d'autres connexions avec d'autres individus et c'est ce qui fait que cette théorie holobiontique me paraît plus proche de la réalité.

La méthode scientifique est résolument rigoureuse, de mon point de vue, la vie n'est possible que grâce à ses fluctuations imprévues qui questionnent l'adaptabilité des êtres vivants.— Comment expliquer cette dialectique rigueur / imprévue de prime abord contradictoire ?

H.C Je dirais que cela s'explique par le fait que le scientifique se doit de créer des microcosmes artificiels pour étudier le vivant au cas par cas, sans quoi il ne lui serait possible de déduire des hypothèses d'adaptabilités suffisamment précises.

Qu'elle a été l'une des découvertes les plus marquantes en tant que chercheuse et biologiste ?

H.C Durant mon cursus universitaire à Lisbonne, on a fait une sortie pour observer

l'écosystème dunaire, au fil de notre balade, je me suis rendu compte que ce qui fixait les dunes était la végétation, sans eux les dunes n'existeraient pas. Progressivement tu te rends compte que les premières plantes qui colonisent les dunes souffrent énormément du fait de la salinité de l'eau et cherchent à la rejeter. Puis, en regardant de près les plantes, tu pouvais y voir des micro-grains de sel comme une couche de neige. Ce qui m'a fascinée chez les plantes était qu'elles ne pouvaient pas partir quand les conditions devenaient rudes, elles subissent leur environnement et tentent peu à peu de s'y adapter. C'est cette plasticité des plantes qui m'a donné envie d'étudier les contraintes environnementales et les plantes plus tard.

Cela fait plus de 20 ans que je suis sur les questions du lichens. Avec un intérêt tout particulier sur le processus et l'interdépendance qui structure ces deux entités opposées que sont l'algue et le champignon, pour aboutir à une 3^e entité que les scientifiques ont nommés le lichen. Ce principe d'échange de flux m'a beaucoup questionné car on m'avait appris jusqu'à lors que le vivant avait plusieurs sortes de reproduction, sexuée ou asexuée, mais qu'il ne pouvait pas y avoir quelque chose qui se génère simplement à partir d'une relation d'échanges. Dans le cas de la symbiose c'est une relation à bénéfice réciproque et mutualiste.

Peux-tu brièvement me décrire ton approche artistique ?

P.G. Mon travail tourne constamment autour de l'altérité et mettre en regard des mondes cachés, autrui est posé comme question centrale dans le lichen sous forme d'un entre-deux et c'est en cela que j'apprécie l'étudier. La question de la phénoménologie de la perception est également cruciale dans ma pratique artistique. Peut-on voir ce qu'on ne connaît pas ? Quelles relations peut-on percevoir dans ce changement d'un monde à l'autre, micro à macroscopie ? Cela entend ce rapport direct du corps à l'image et c'est également ce qui définit le fait que mes œuvres peuvent prendre

des formes aussi diverses sans se limiter aux lichens — installation, photogramme, impressions, performance...

À quoi ressemble concrètement un lichen ?

P.G. L'image type d'un lichen est quelque chose d'arborescent, qui a une odeur. Je peux exprimer une image générique d'un lichen mais il existe une grande diversité de lichens, je parlerais d'un espèce de réseaux de développement. La mousse va par exemple se développer sous forme d'une unique tige, là où le lichen, lui, est beaucoup plus complexe dans sa forme de développement. L'étymologie latine de lichen est [lécher], je l'assimile à une interface car le lichen ne fait que

se poser, il ne puise pas son substrat dans l'endroit où il se pose mais est autotrophe et vit de lumière et d'eau. C'est également pour cette raison qu'ils sont d'excellents bio-indicateurs — on les trouve là où le minimum vital existe.

Vois-tu un rapport avec le lichen et le temps ?

G.P Tu retrouves le lichen dans les deux extrémités de la vie. Les lichens se trouvent au tout début de la vie — Fossile chert de rhynie par exemple, tout autant que ce sont aussi les premiers à disparaître en cas de pollution atmosphérique. Cet organisme traverse le temps, en ne travaillant pas en couches mais en interférences. Associer lichen et temps a ainsi beaucoup de sens car il est spacial, pourtant on ne peut pas le définir pour autant car il est un entre-deux.

Pourquoi le lichen est-il tant que ça un objet d'étude biologique, artistique et même anthropologique, philosophique pour toi ? Son étude permet-elle de reconstruire le regard porté sur le vivant ?

P.G L'objet visé est le lichen mais le sujet est complètement ailleurs. Au contraire mon intérêt se porte sur ces phénomènes

de rencontres, cette porosité existante de la membrane qui cerne un individu. Le lichen est donc pour moi l'intermédiaire, l'entité par laquelle je passe pour déboucher sur des questions qui ne se limite pas à lui mais à des considérations beaucoup plus sociétales, anthropologiques, artistiques.

Que t'a apporté tes collaborations avec des lichénologues / scientifiques ? À quel niveau ont-ils pu nourrir ta pratique ?

P.G Les lichénologues ont participé à nourrir mon processus de création, finalement nommé une chose pour un botaniste c'est aussi partir de cette problématique de la diversité, partir de l'autre et aussi de l'environnement dans lequel il s'inscrit. J'ai compris via les lichénologues que désigner un individu n'est jamais figé, dernièrement on s'aperçoit, notamment via les découvertes génétiques, que la nomenclature linnéenne — les scientifiques qui ont toujours nommés une chose par rapport à un modèle, est une vision obsolète pour penser le vivant. La notion de l'individu est en train d'être remise en perspective car il est plus question de flux que de désigner strictement

un individu. Biologiquement, on comprend que la membrane d'une cellule est totalement poreuse et qu'on ne sait finalement pas trop où se situe l'individu. Le rapport à l'art est toujours présent du fait que cette vision-là soit aussi importante à différentes échelles. Il me semble que ce processus artistique a à voir avec beaucoup de construction, il est dans la nature si on regarde bien ce qu'il se passe. Il y a toujours cet échange avec l'autre et l'environnement si on parle d'altérité.

Ton exposition [Nous sommes lichen] dépeint des allées-venues de l'organique à l'inorganique, d'un vivant figé par la photographie à une perception réactivée une fois devant l'œuvre. L'exposition est-elle l'occasion de réinterroger notre rapport aux structures des organismes vivants et leur préciosité ?

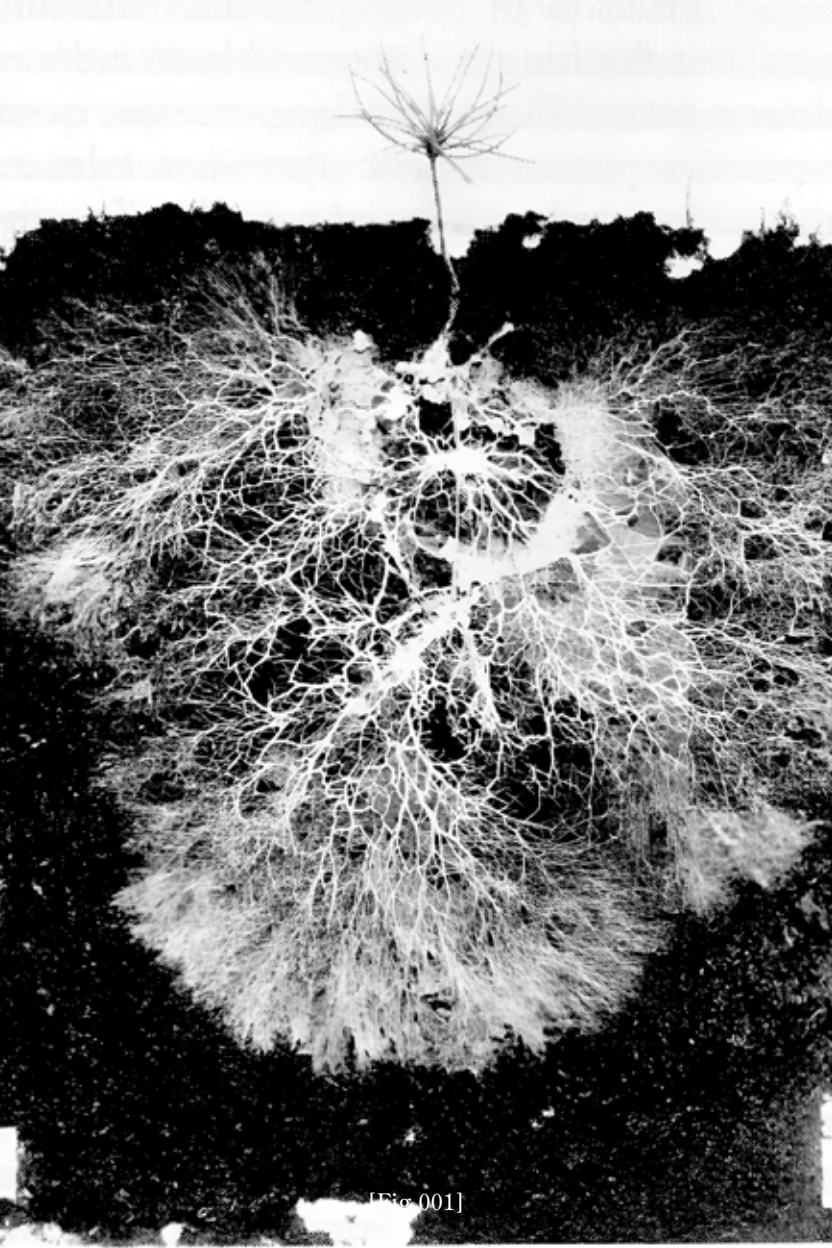
P.G Dans [Nous sommes lichen], je fige certes le lichen par la technique photographique, mais ça ne reste pas simplement une image. Encore une fois c'est par ces allées-venues conceptuelles et techniques, de réactivations de perception, que ma pratique est résolument symbiotique. Le rapport d'échelle de ses lichens devient autre dans

cette exposition en passant de la microscopie à la macroscopie, on dévoile une véritable architecture organique qui reconsidère l'individu et la préciosité du vivant. Elle est l'occasion de poser autrement notre regard car ce nouveau rapport d'échelle lui donne un statut autre : trop souvent l'organisme insignifiant que l'on ne remarque à peine dans la vie quotidienne, il devient ici au centre des préoccupations.

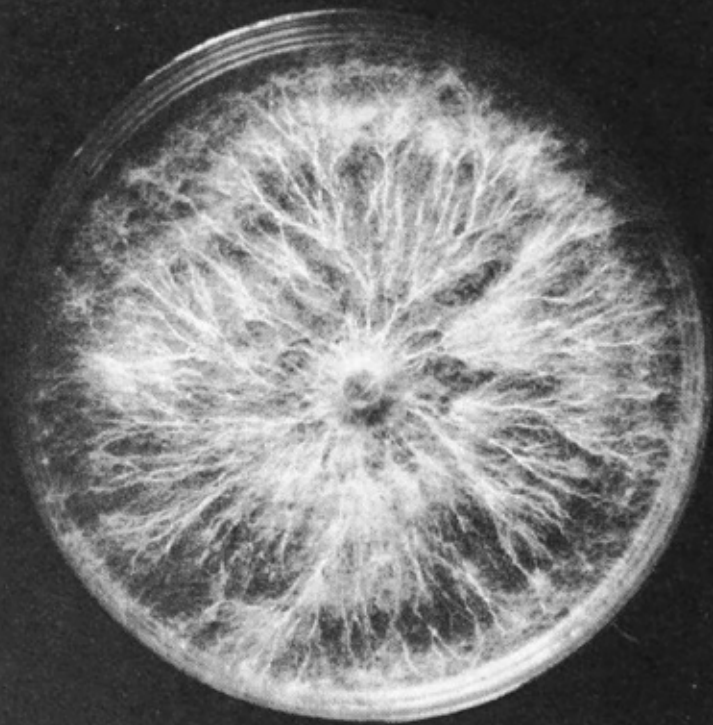
Considères-tu tes œuvres comme de projets symbiotiques, naviguant dans des dialectiques de l'entre-deux et de la réciprocité ?
P.G Elles le sont de mon point de vue, car en utilisant des technologies de pointe tel que le microscope à transmission j'ai eu envie d'inverser la tendance, de réaliser moi-même mes supports avec d'anciennes techniques photographiques [cyanotype, phonogramme]. Mais je ne me considère pas comme une photographe, c'est avant tout un travail par essence. Par exemple, le projet [Signatures] a débuté en 1996 par simple étonnement et envie de travailler sous forme de contact, de photogramme. J'ai collecté toute sorte de lichens pour les convertir en empreintes lumineuses. Ces empreintes

racontaient des choses selon moi. Ce travail de collecte très plastique s'est poursuivi pour aboutir sur une vraie écriture formelle. J'ai collectionné une grande variété de morceaux de lichens juste dans leur forme.

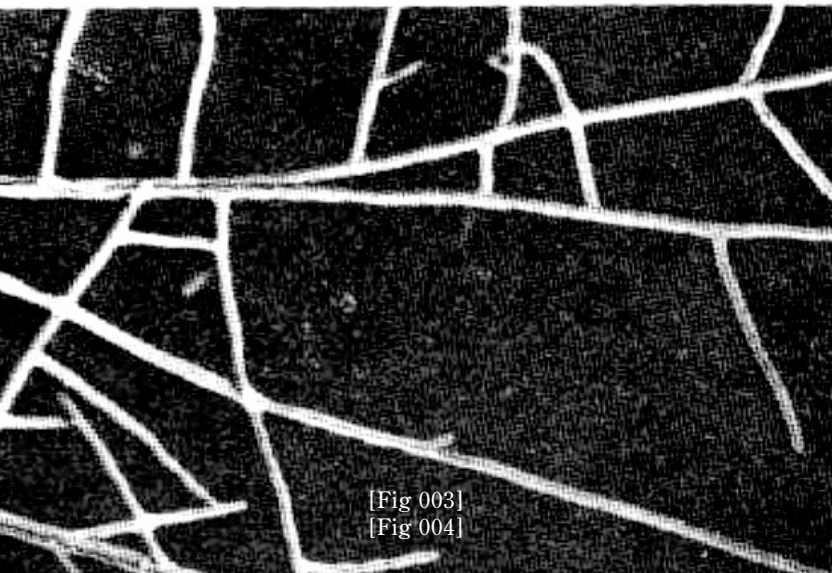
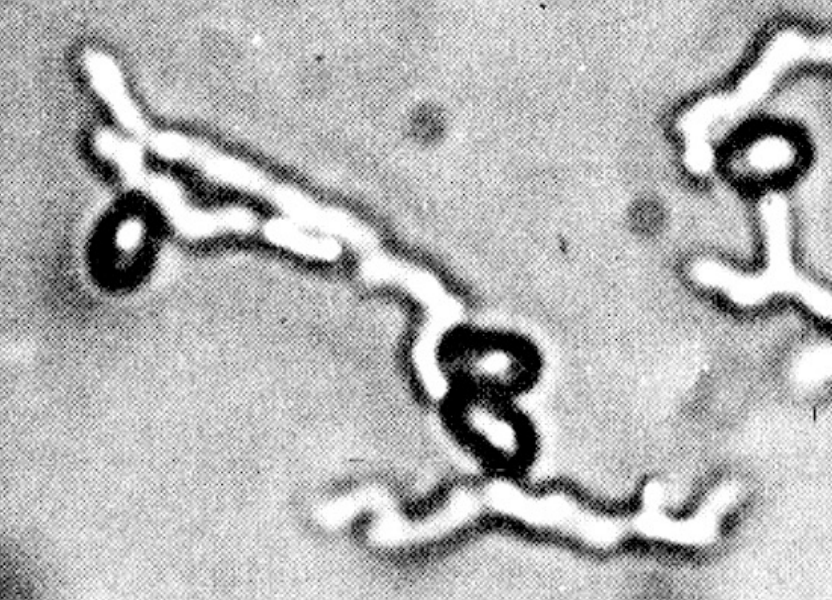
Il en ressort une envie de restituer la morphologie pure des lichens mais renvoie aussi conceptuellement à des images complètement archaïques, voir même qui révèle de véritables archétypes.



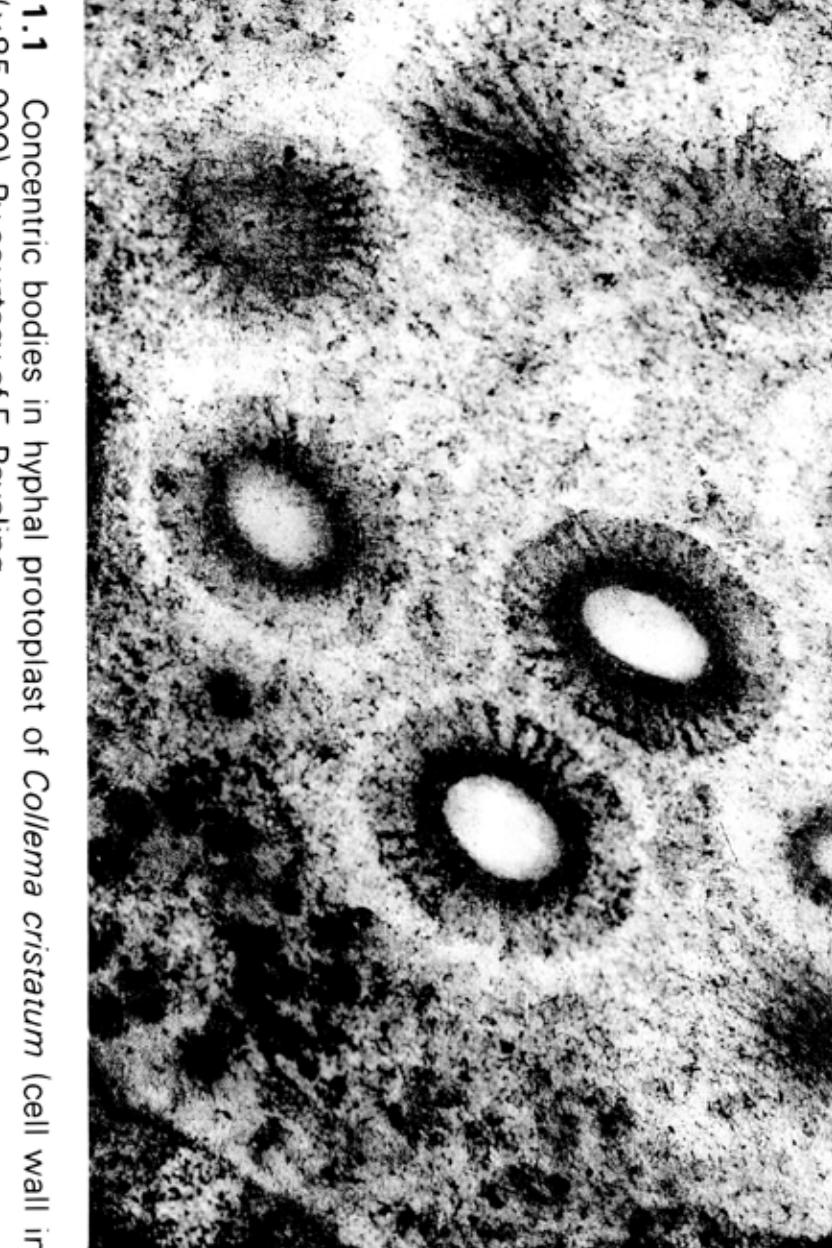
[Fig. 001]



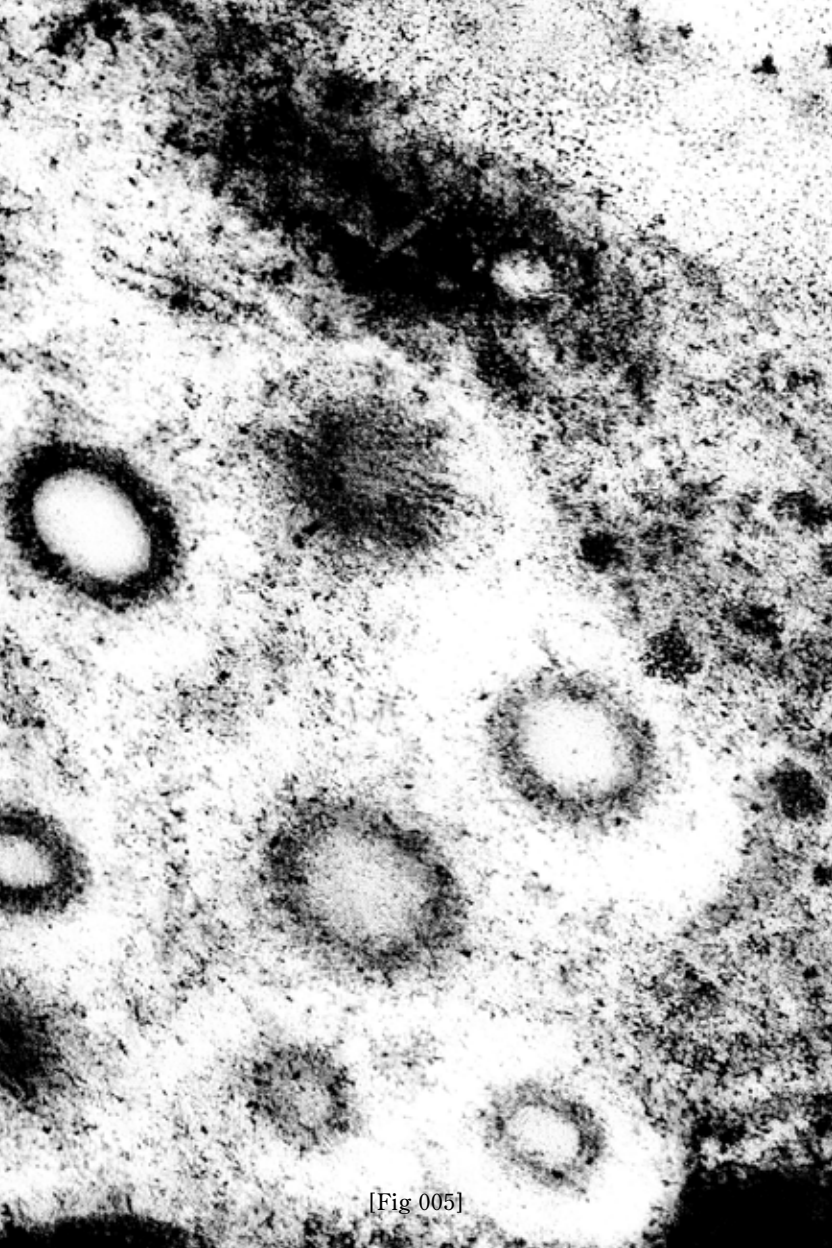
[Fig 002]



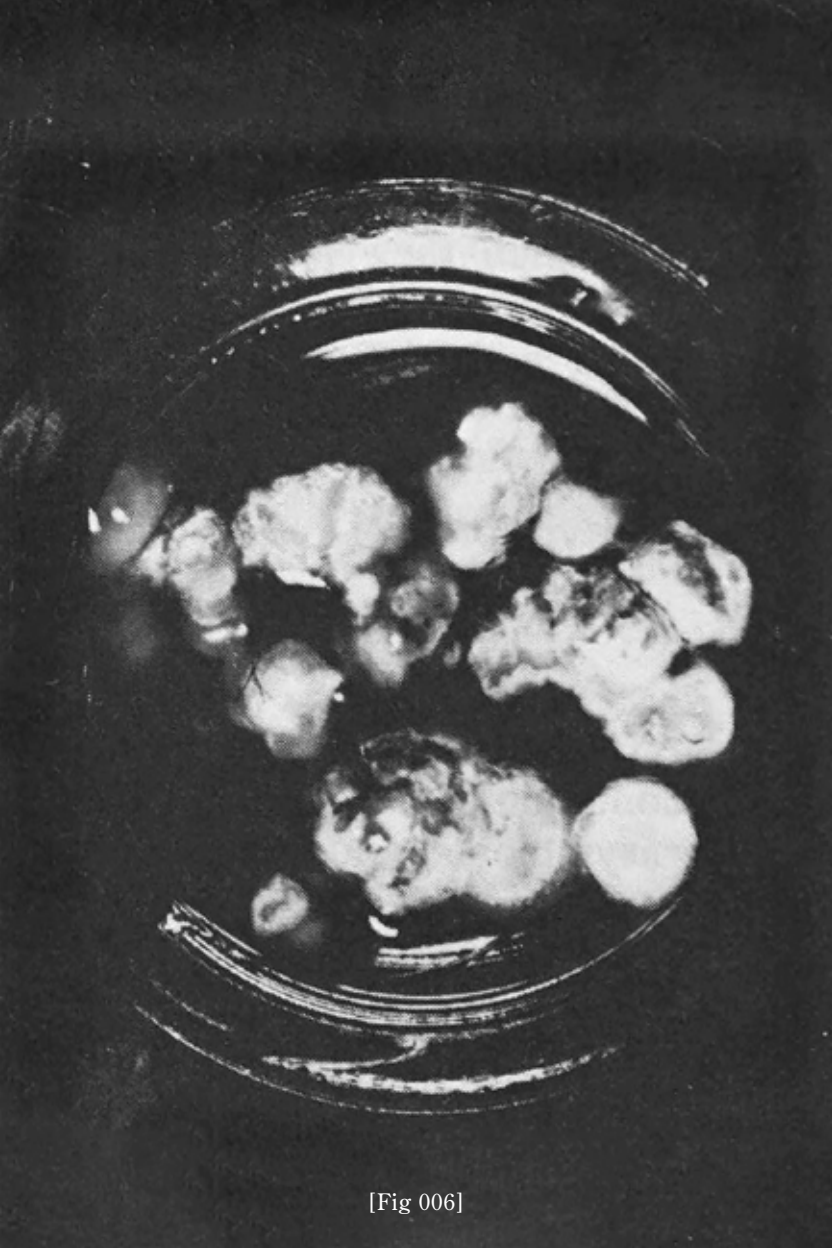
[Fig 003]
[Fig 004]



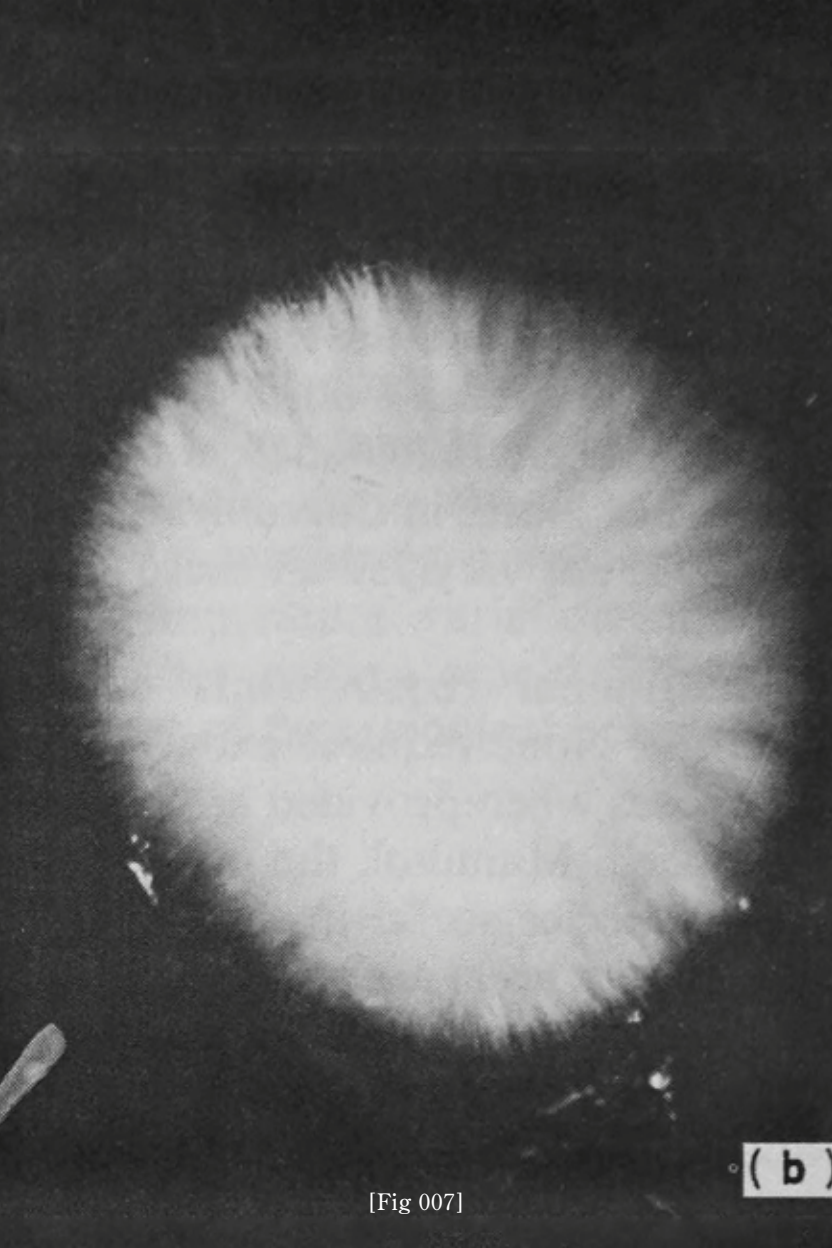
1.1 Concentric bodies in hyphal protoplast of *Collema cristatum* (cell wall in



[Fig 005]

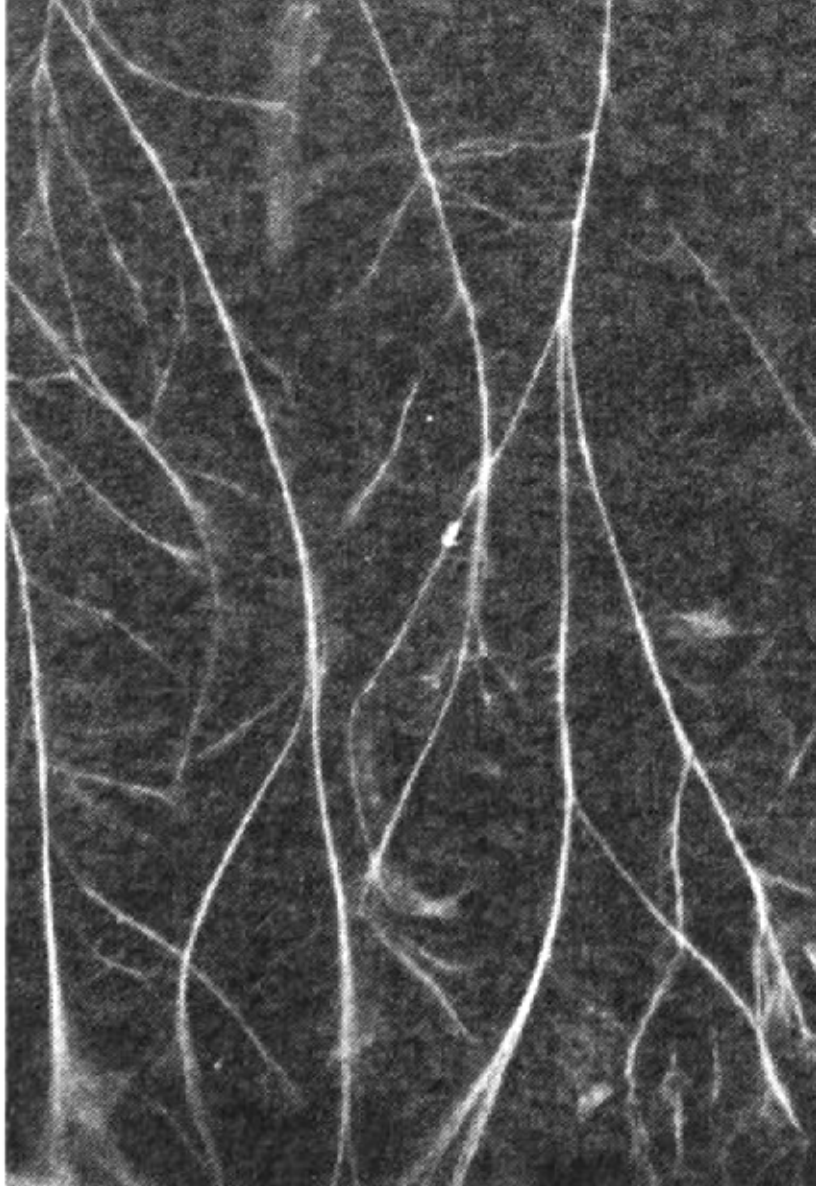


[Fig 006]



[Fig 007]

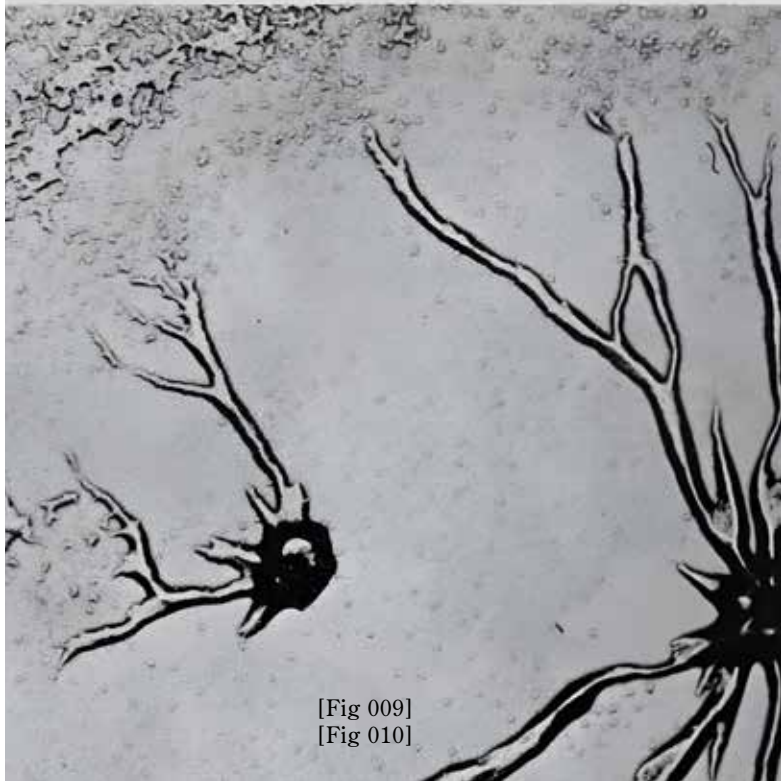
(b)



[Fig 008]

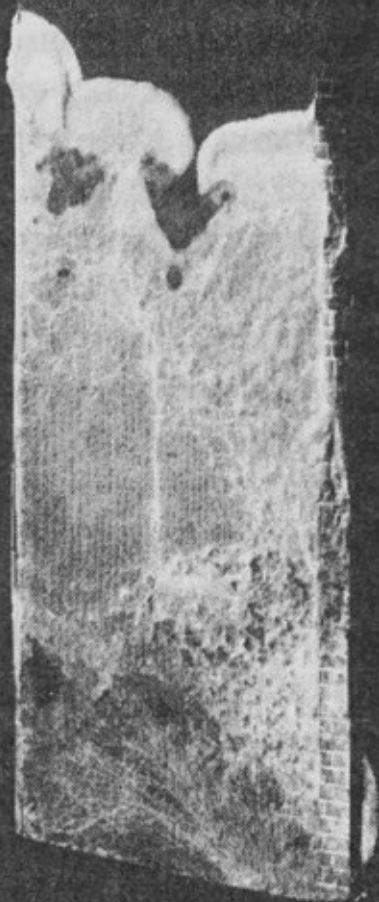


Fig. 3. Aggregation in *Dictyostelium discoideum* in a cross-section of a stream. *Below*: an entire aggregation (B. Raper.)



[Fig 009]

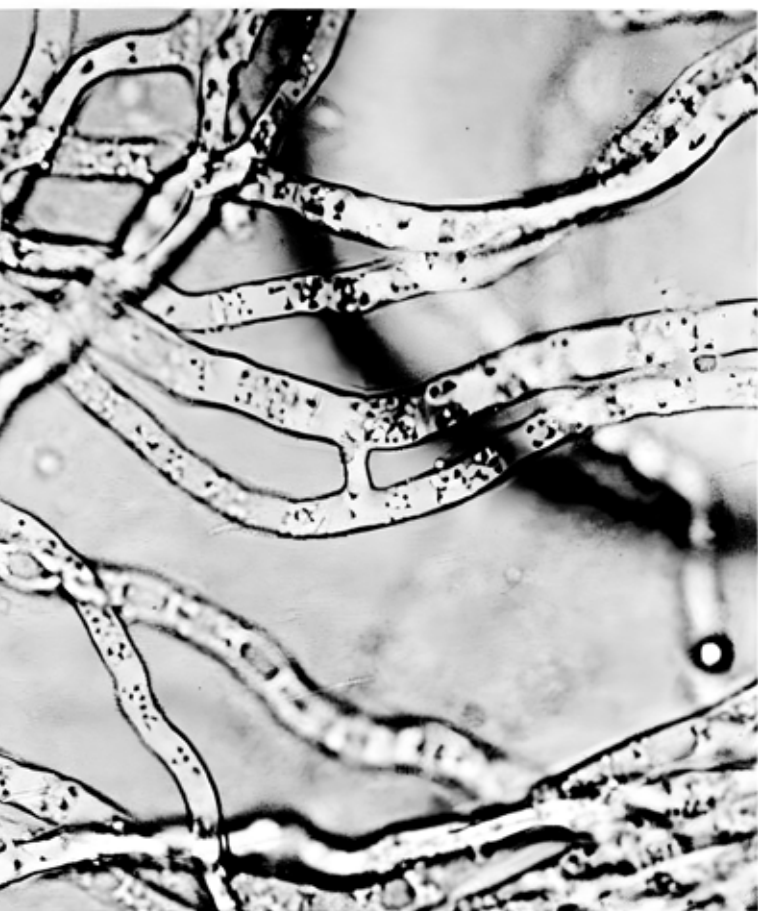
[Fig 010]



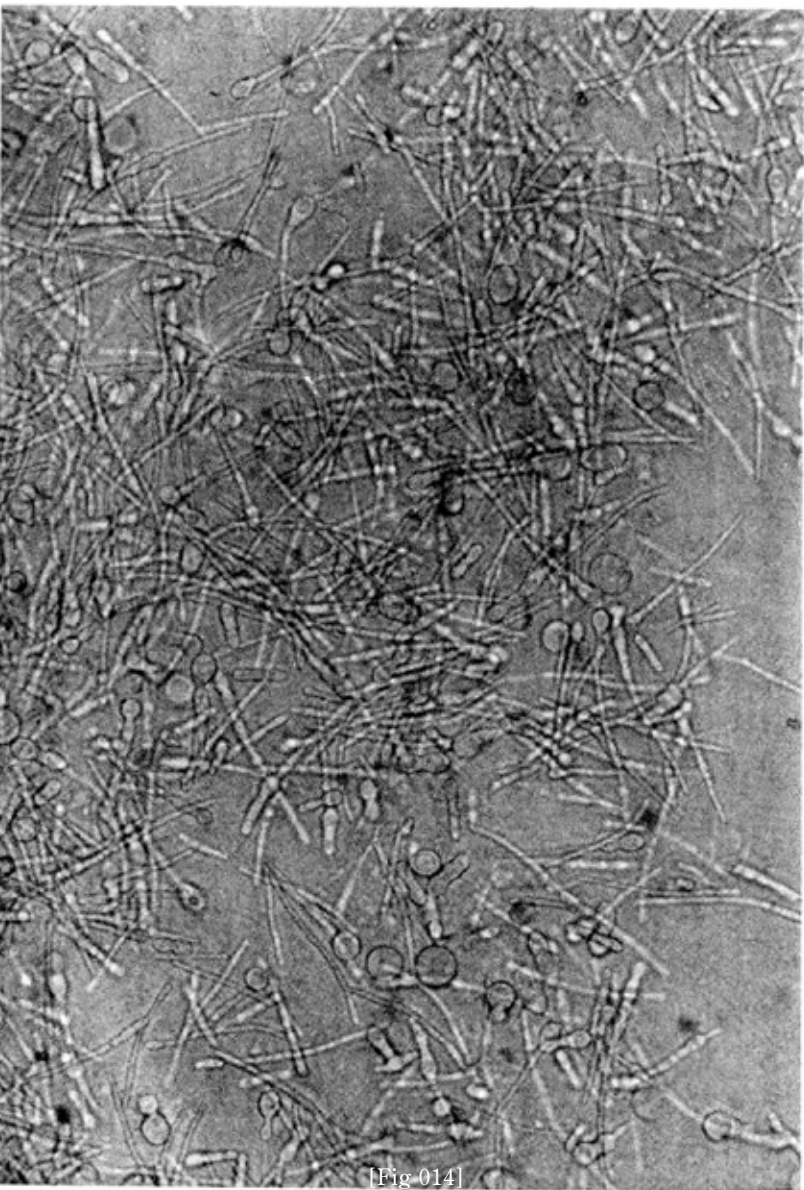
[Fig 011]



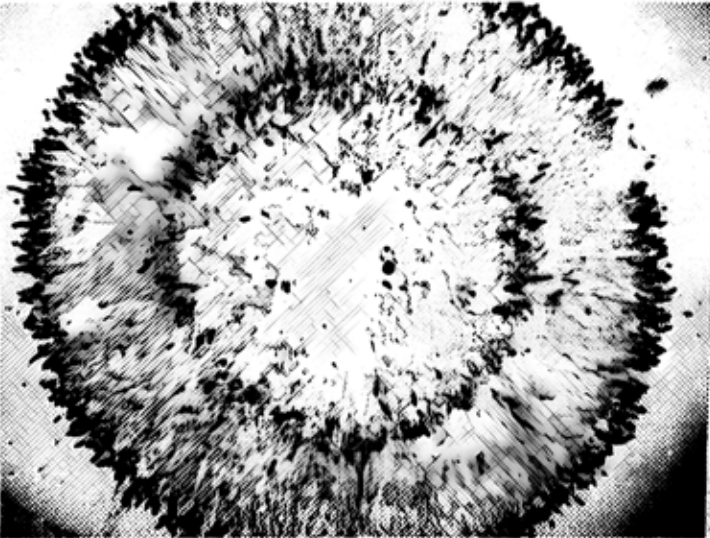
[Fig 012]



. Anastomosis between hyphae in mixed



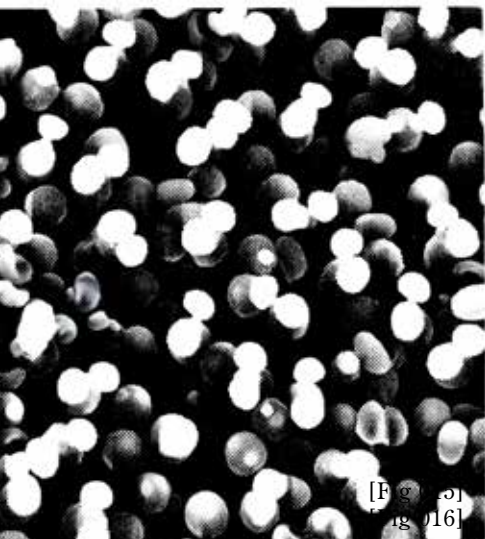
[Fig-014]



A

B

Figure 3 17 Pellet formation resulting from



[Fig. 316]



C



n growth in submerged agitated liquid culture



[Fig 017]
[Fig 018][Fig 019]

D



[Fig 020]

5.—Under surface of fruit-body of *Polyporus squamosus* nearly full-g



[Fig 021]

FIG. 4.—Fruit-body of *Polyporus squamosus* nearly full-grown; upper surface covered with brown scales. The full length of the stem is photomicrographed. Photomicrograph.



[Fig 022]



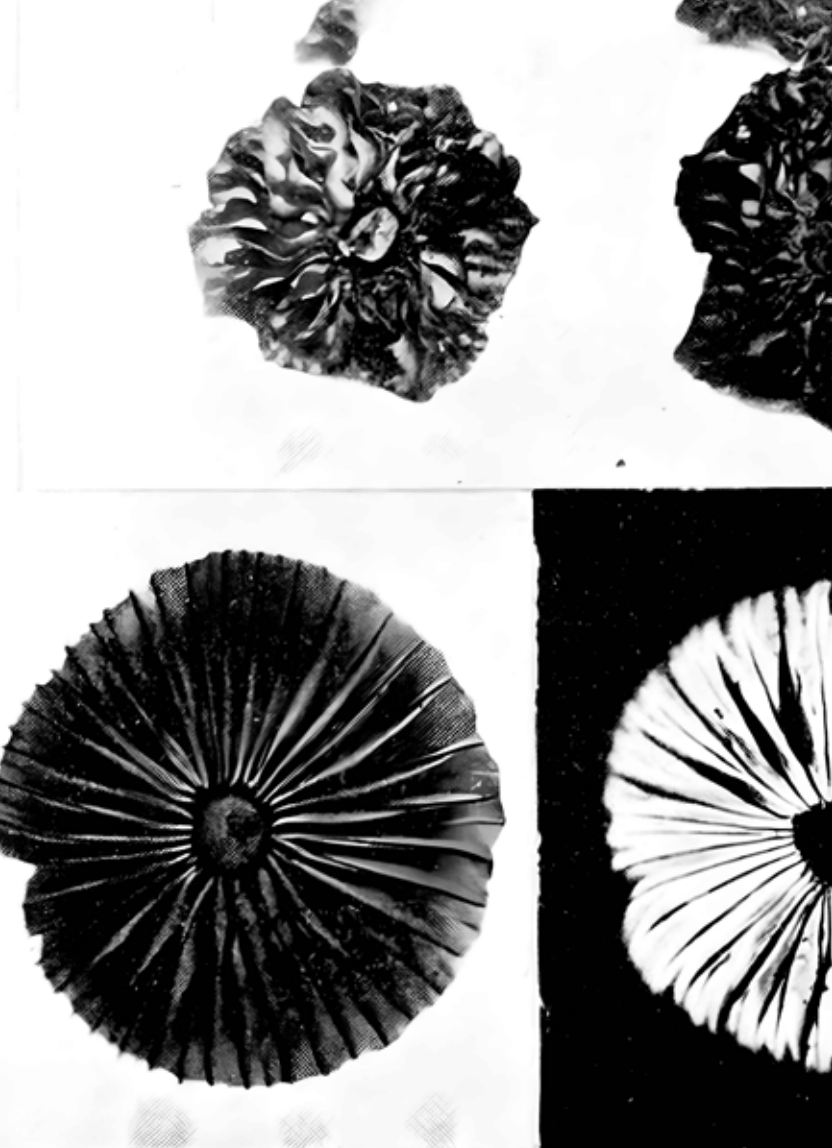
[Fig 023]



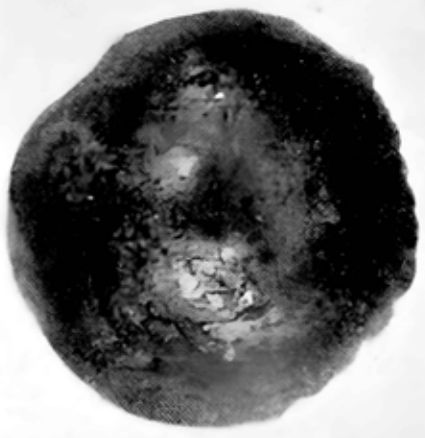
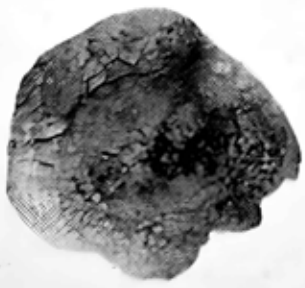
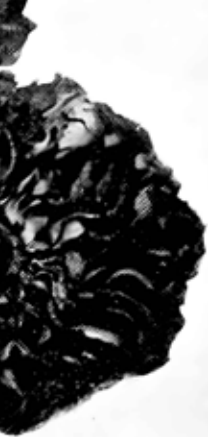
[Fig 024]



[Fig 025]



D

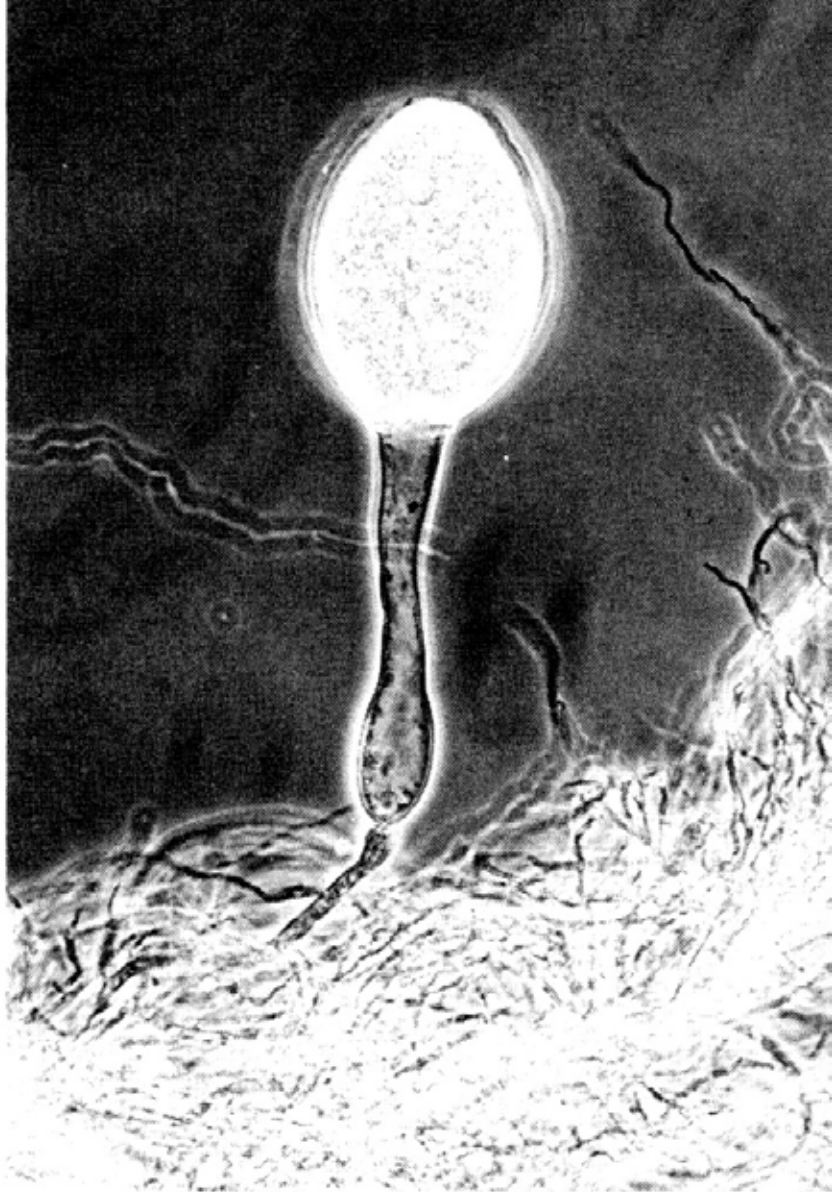


E

F

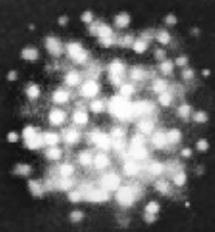
[Fig 026]

the under surfaces, and C the upper

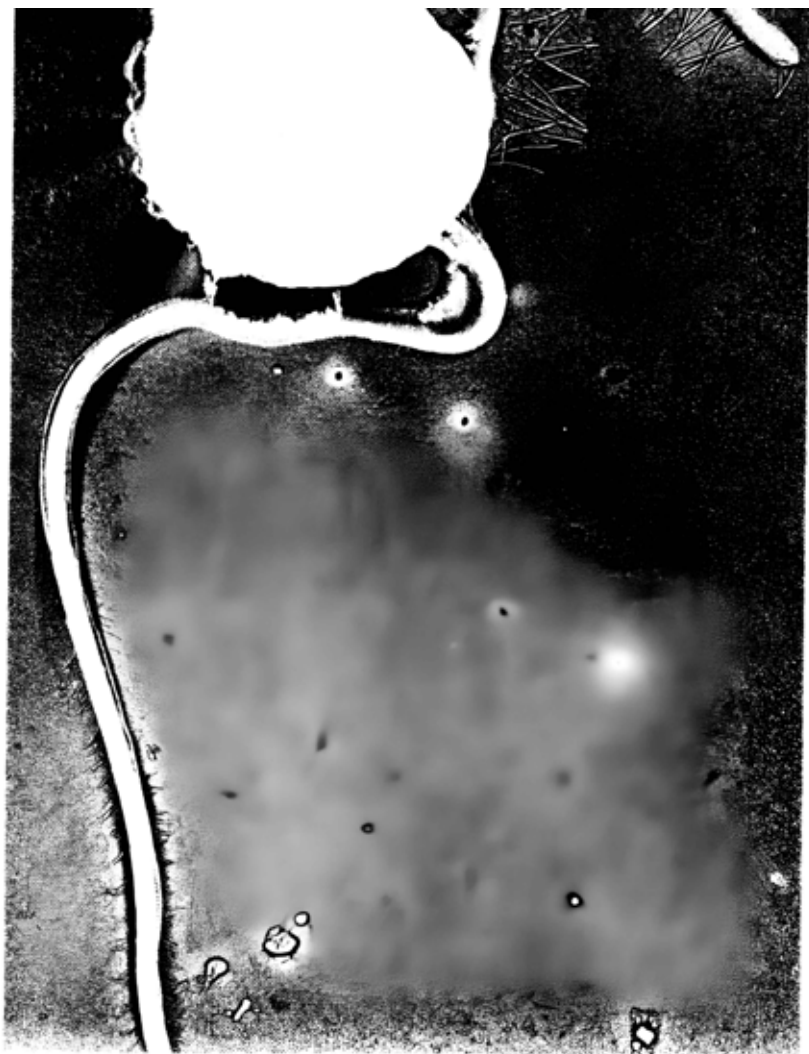


[Fig 027]

A



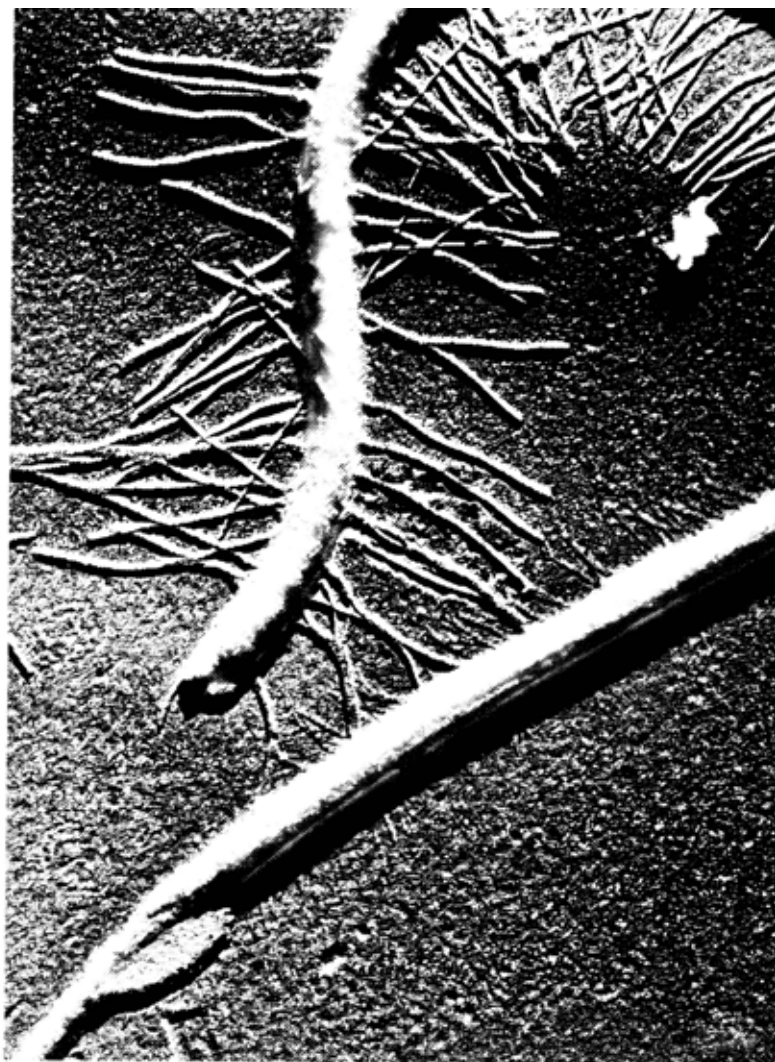
[Fig 028]



A

[Fig 029]

1 μ m

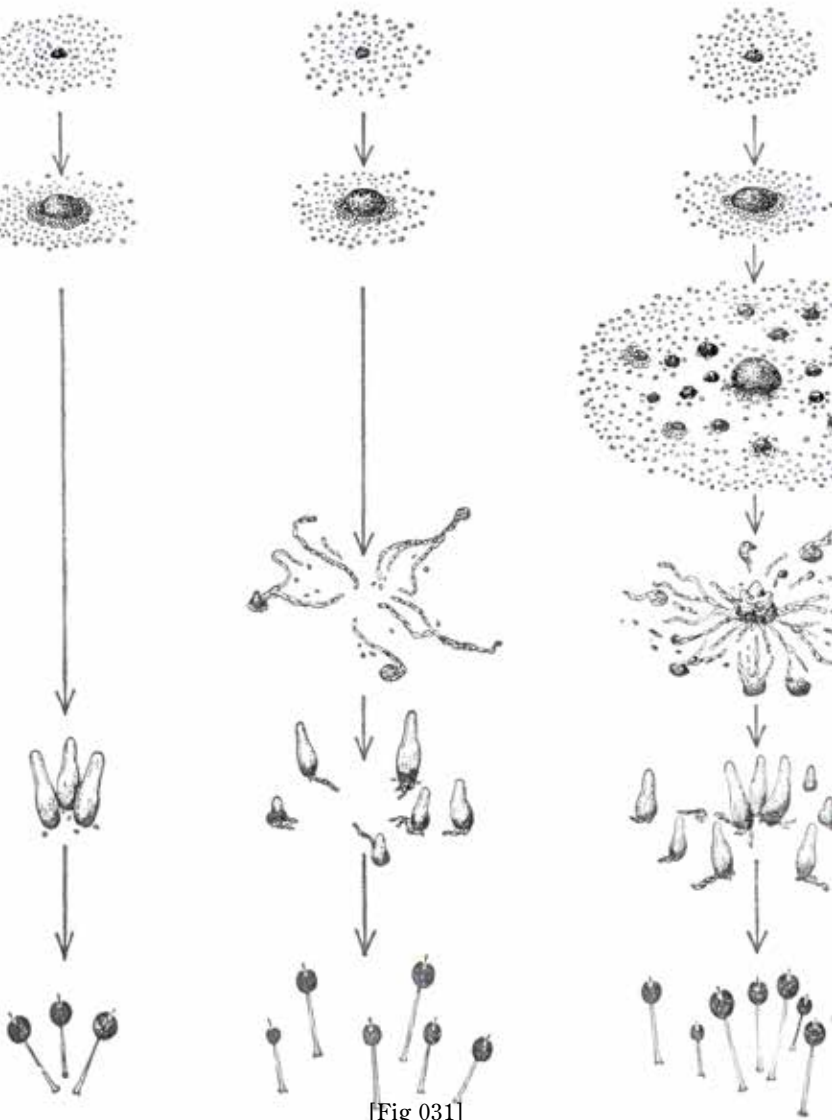


B

[Fig 030]

1 μ m

DIFFERENTIATION



[Fig 031]

Fig. 21. Drawing showing the various types of aggregation pat-

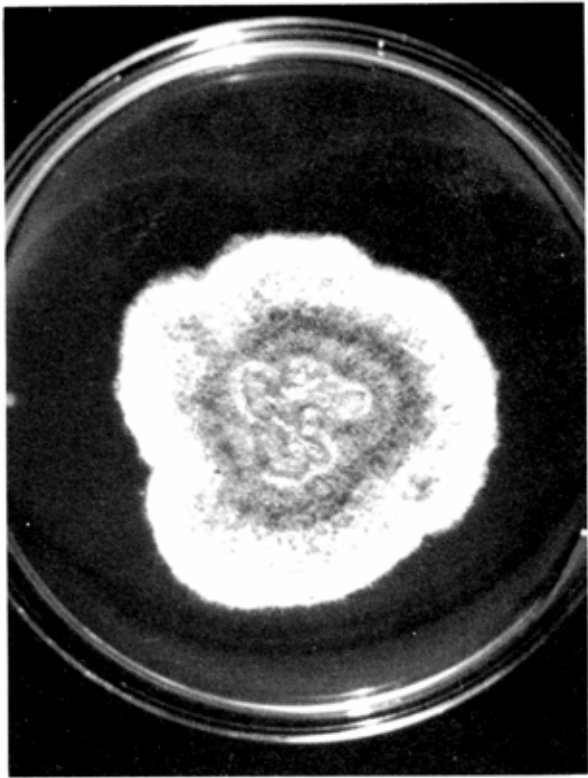
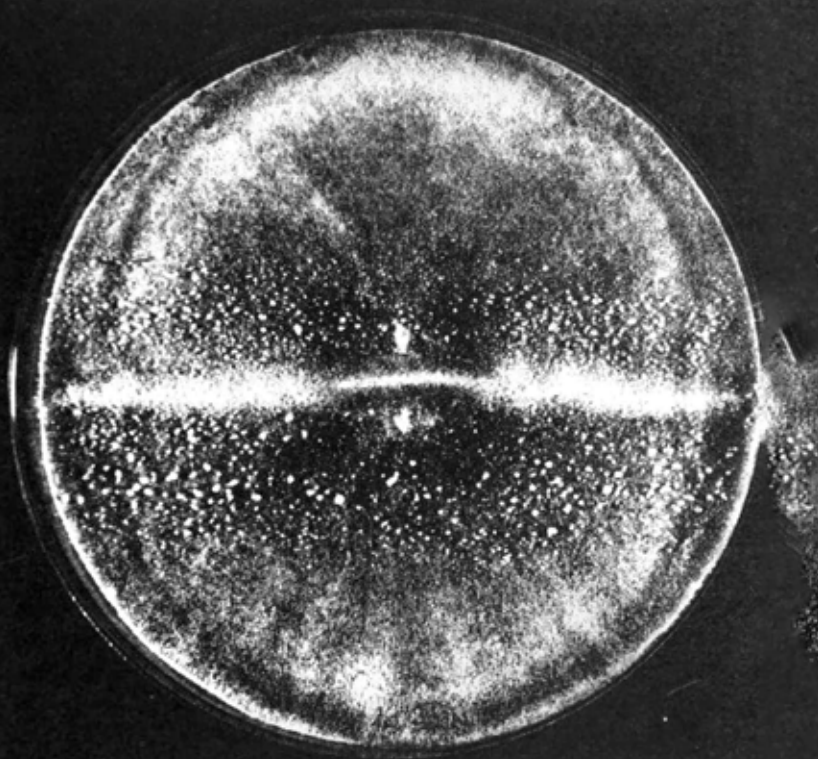
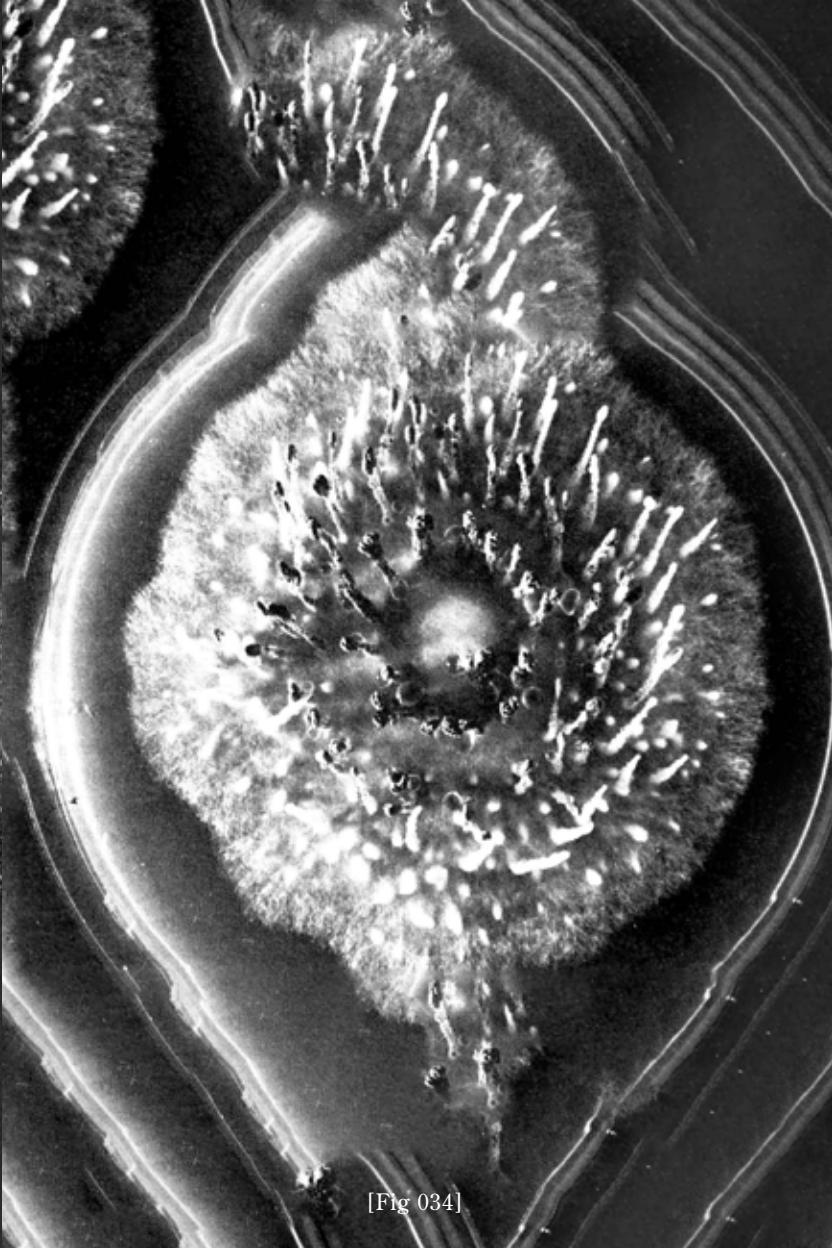


Fig. 2.2. Fungus cultures typically grow in circular patterns to maximize their chances of finding nourishment.



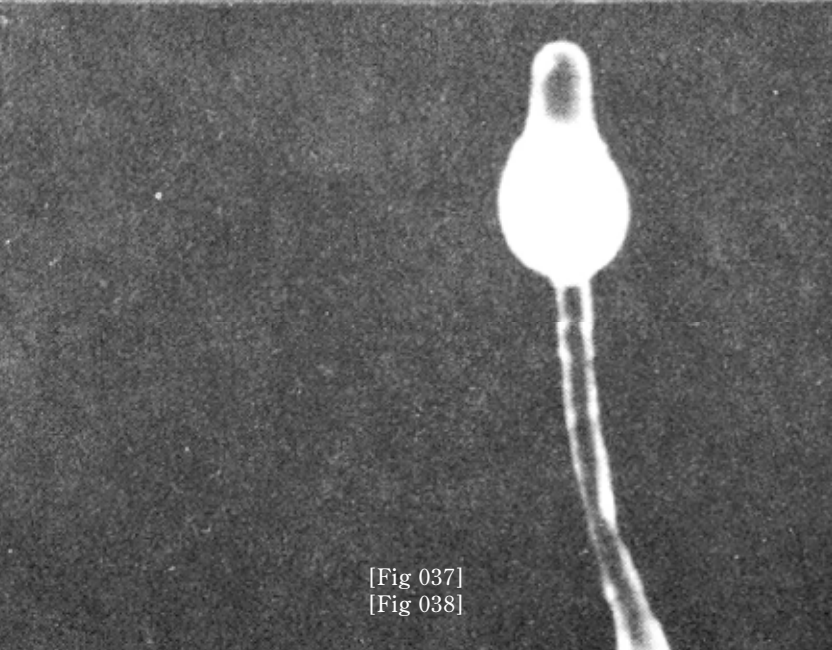
[Fig 033]



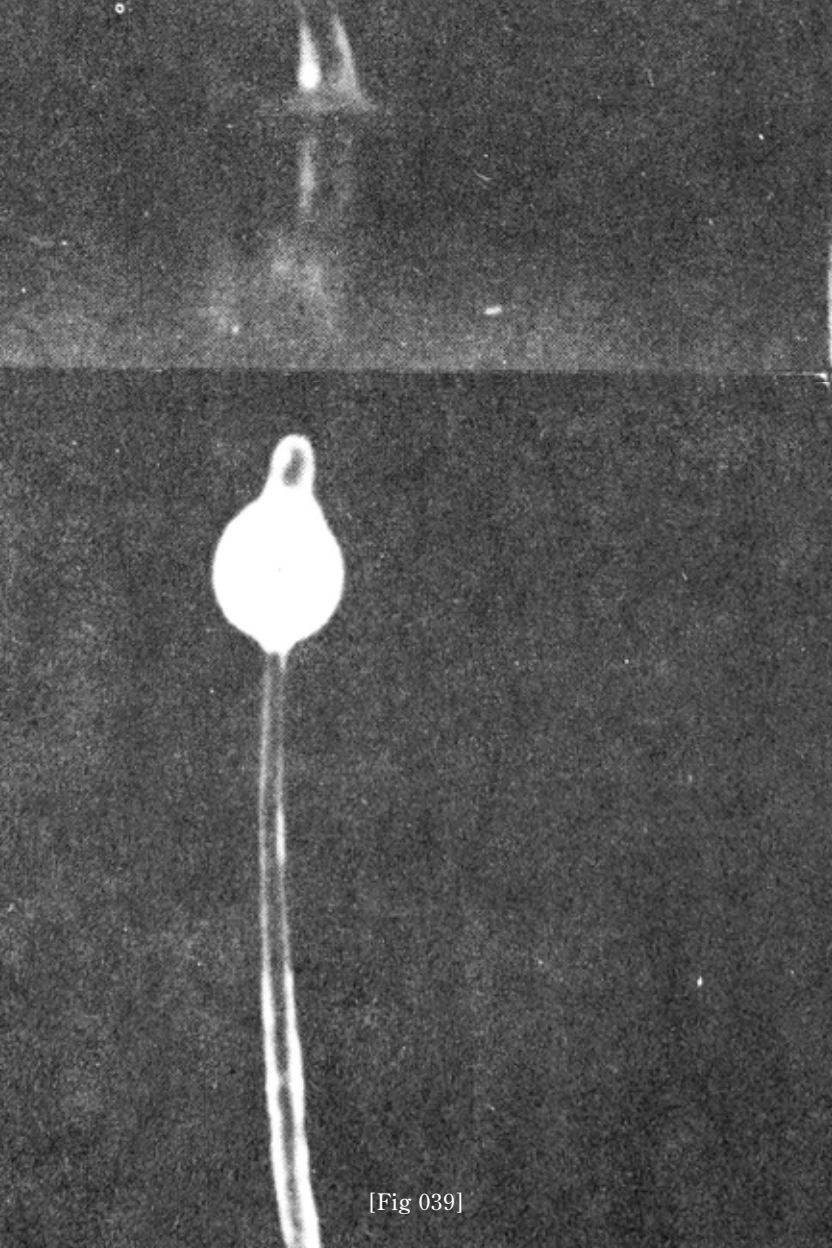
[Fig 034]



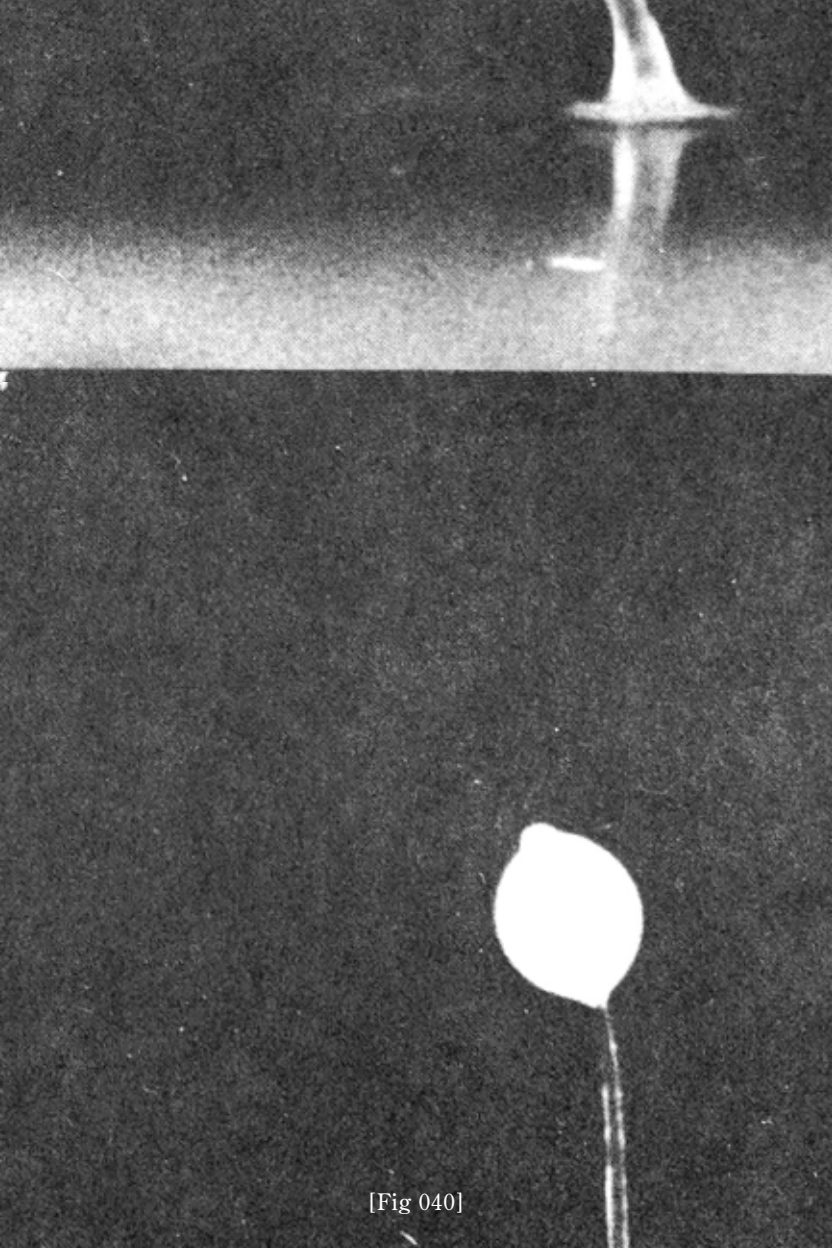
[Fig 035]
[Fig 036]



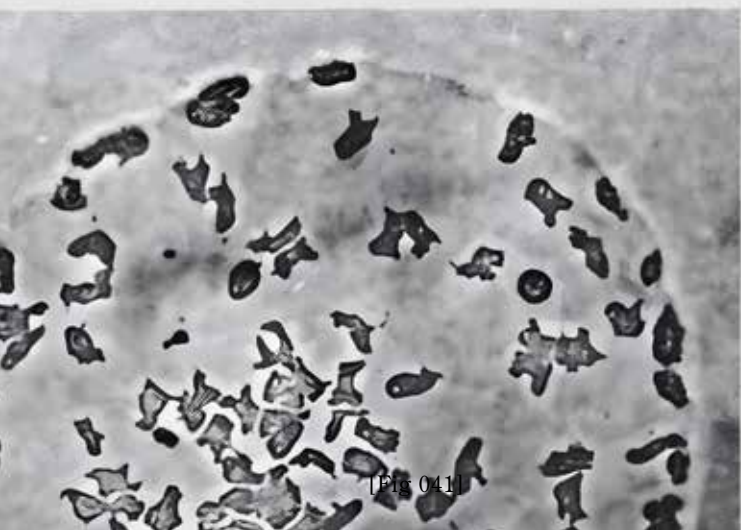
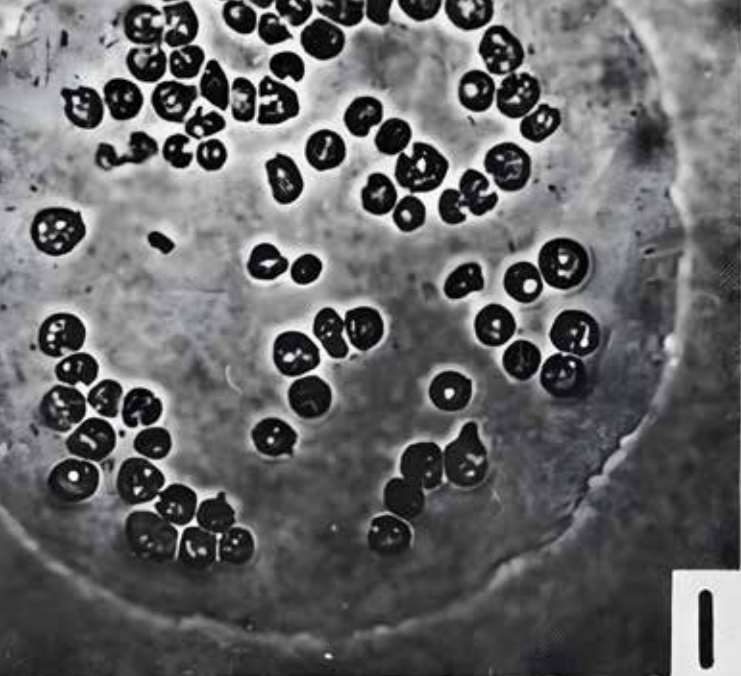
[Fig 037]
[Fig 038]



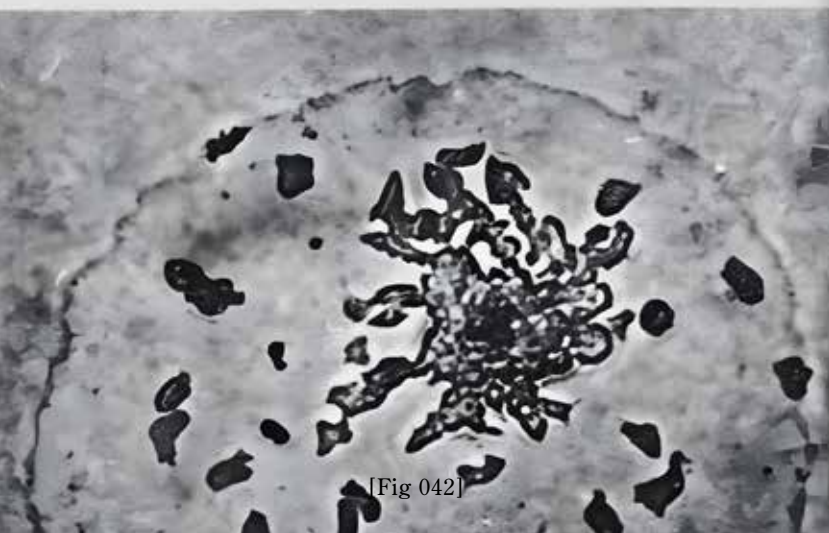
[Fig 039]

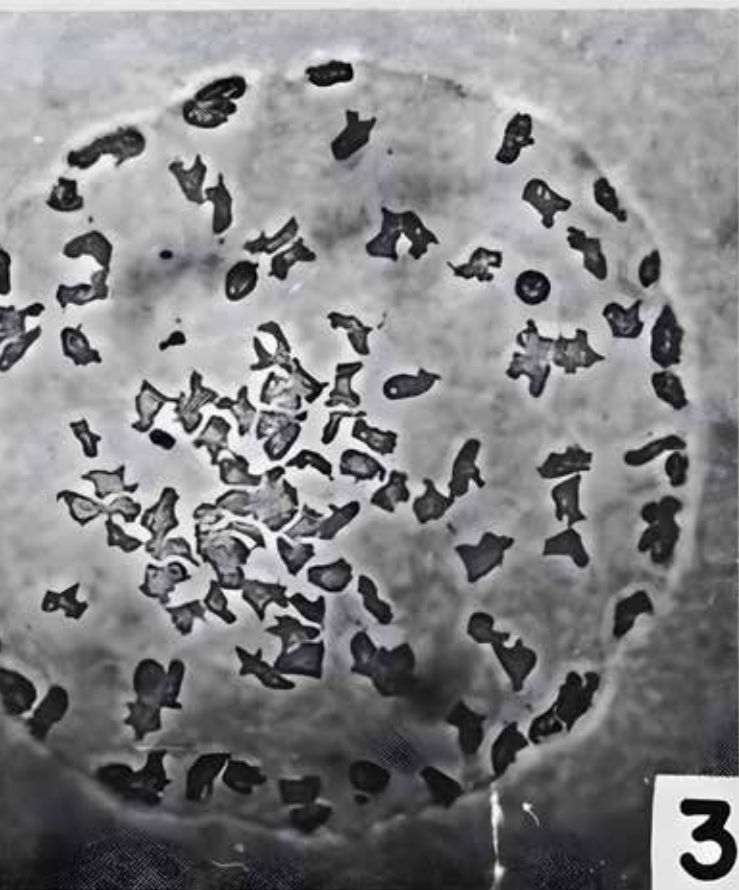


[Fig 040]



[Fig. 041]





[Fig 043]



[Fig 044]



[Fig 045]

5





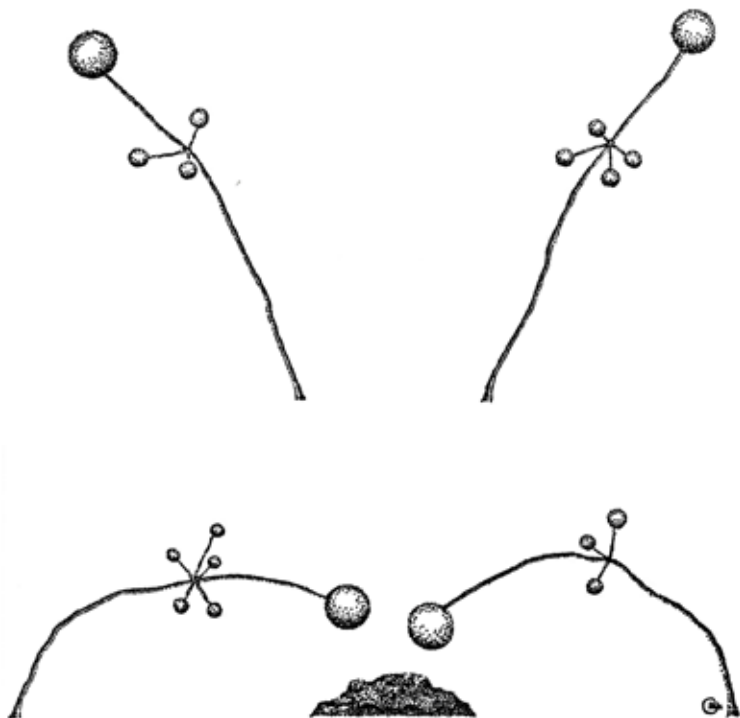
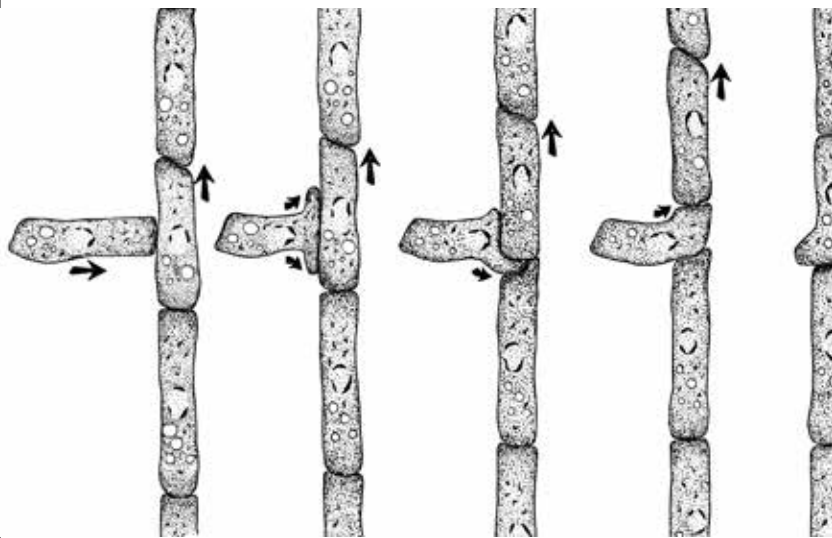
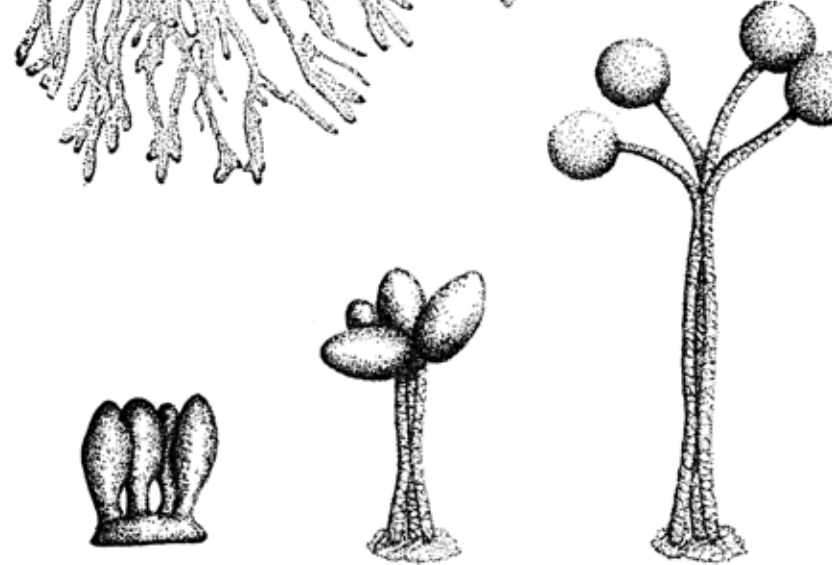


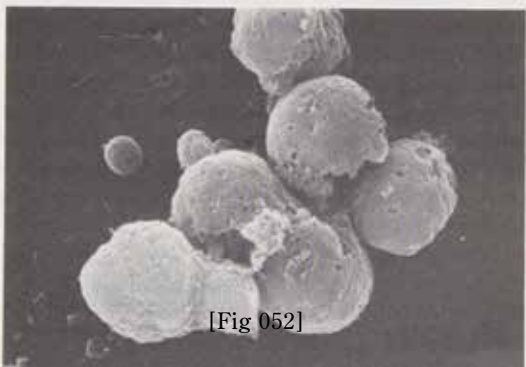
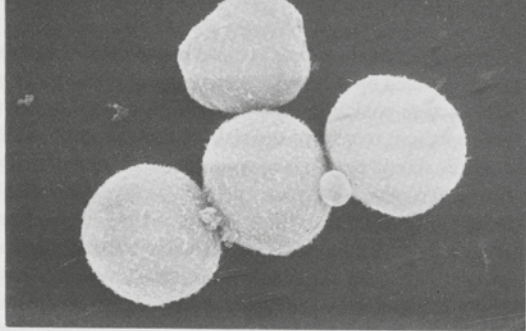
Fig. 19. *Above*: Two fruiting bodies of *P. pallidum* bending away from each other. *Below*: Two similar fruiting bodies bending toward some activated charcoal.

[Fig 048]

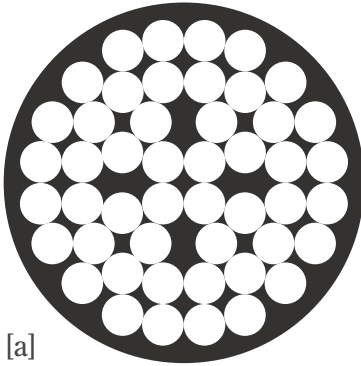
[Fig 049]



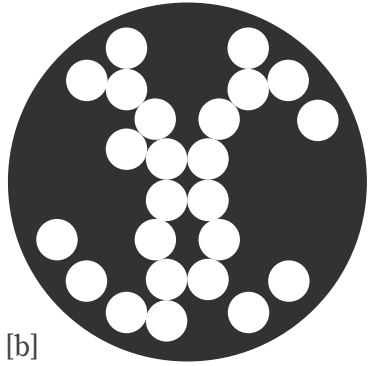
[Fig 050]
[Fig 051]



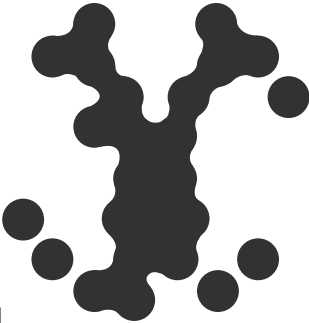
[Fig 052]



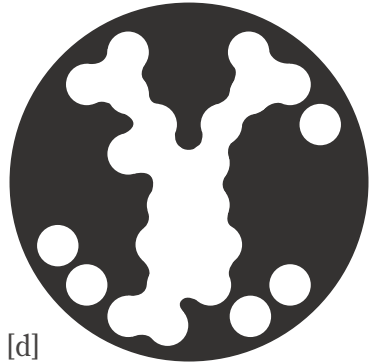
[a]



[b]

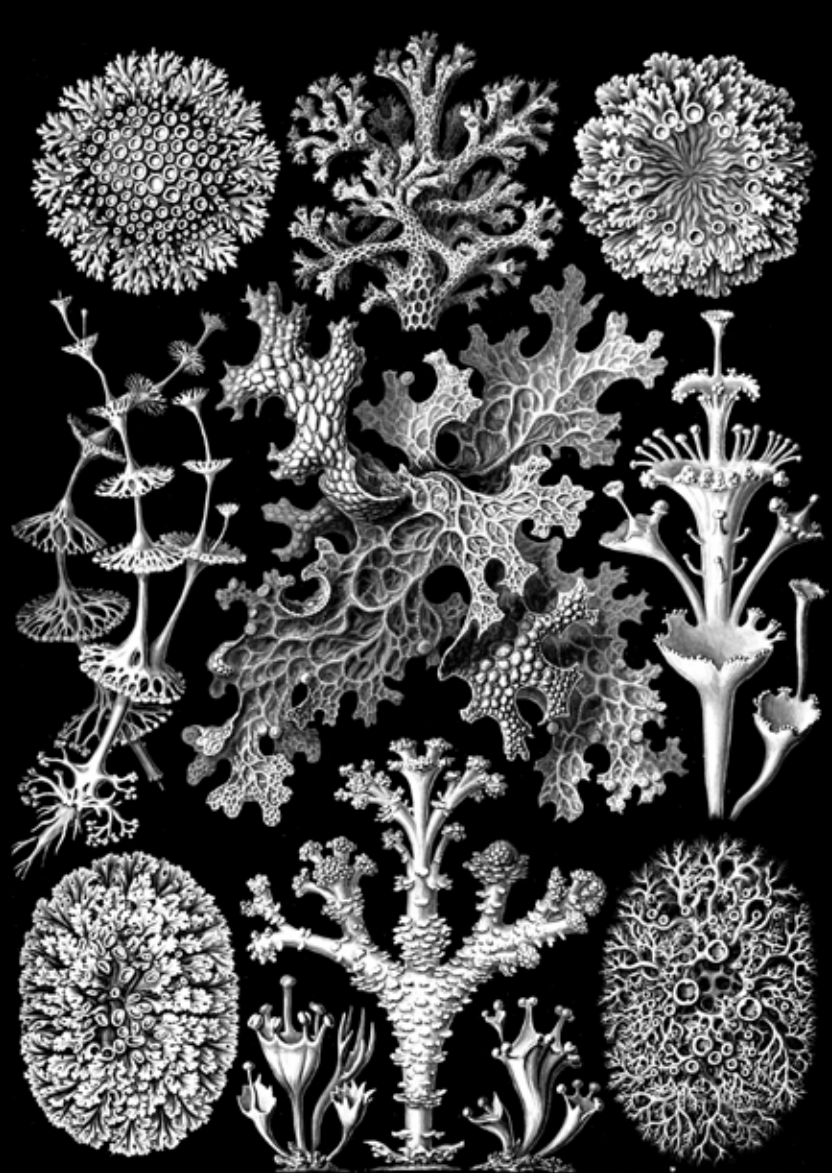


[c]



[d]

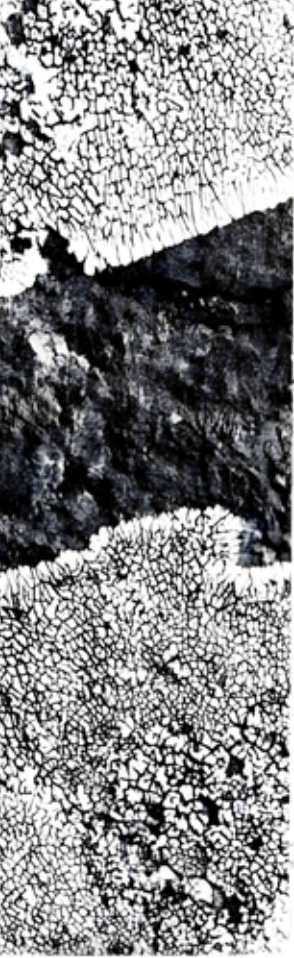
[a] Vue schématique du tissu de lichen, dans lequel sont englobées les cellules lichéniques [b] Pré-symbiose entre les cellules de lichen et les hyphes du mycelium [c] Post-symbiose et formation du réseau ramifié du mycelium autour des cellules d'un lichen [d] Entremêlement final entre les hyphes autour des cellules.



[Fig 054]



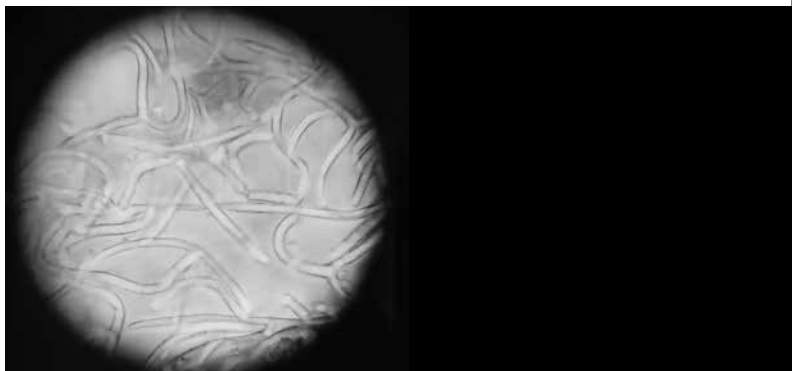
[Fig 055]



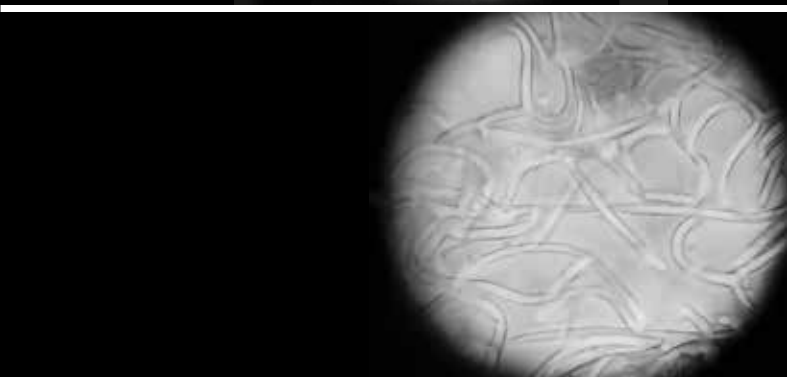
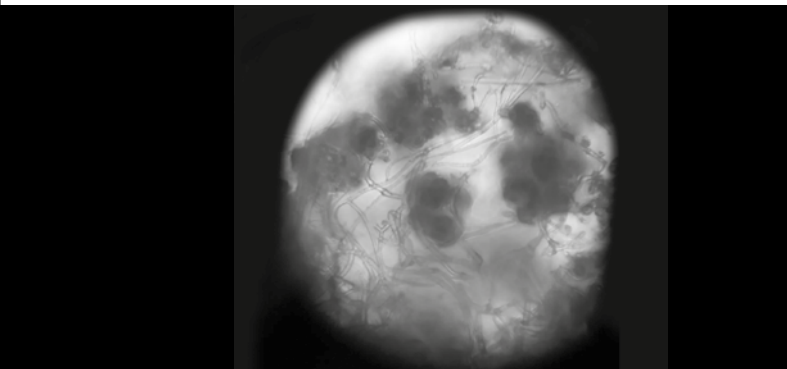
oreina (left) and *Pseudevernia furfuracea* (x0.9).



[Fig 057]



[Fig 058]
[Fig 059][Fig 060]



[Fig 061]
[Fig 062][Fig 063]



A



B



C



D



[Fig 064]



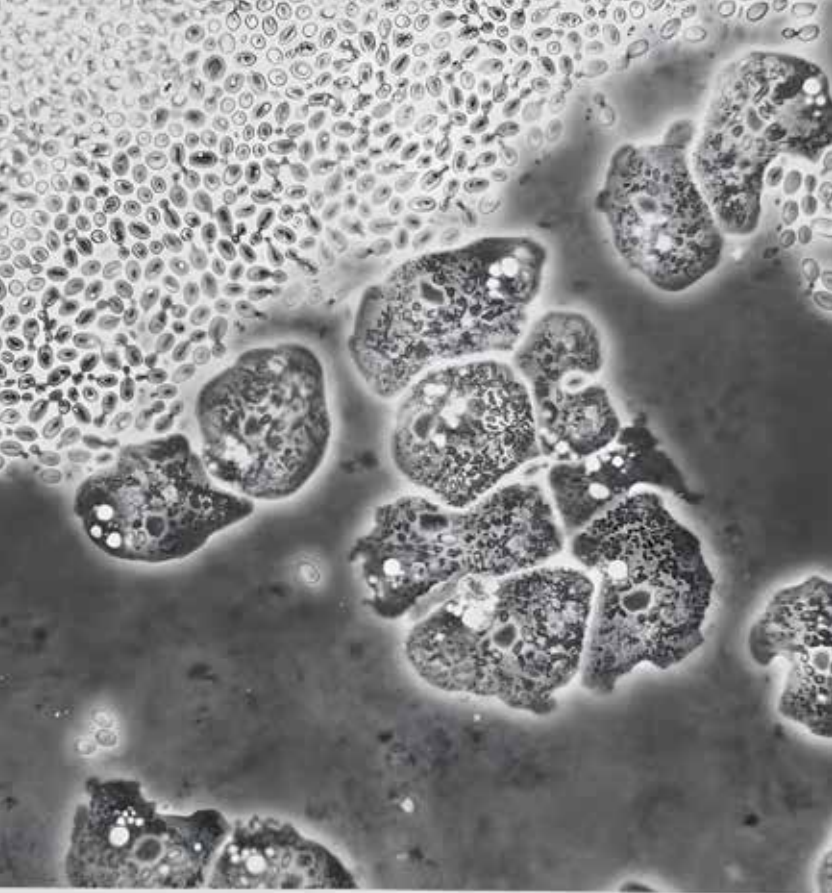
. 23.—*Polyporus squamosus*. Section through
with hymenial tubes on the upper as well

[Fig 065]



[Fig 066]





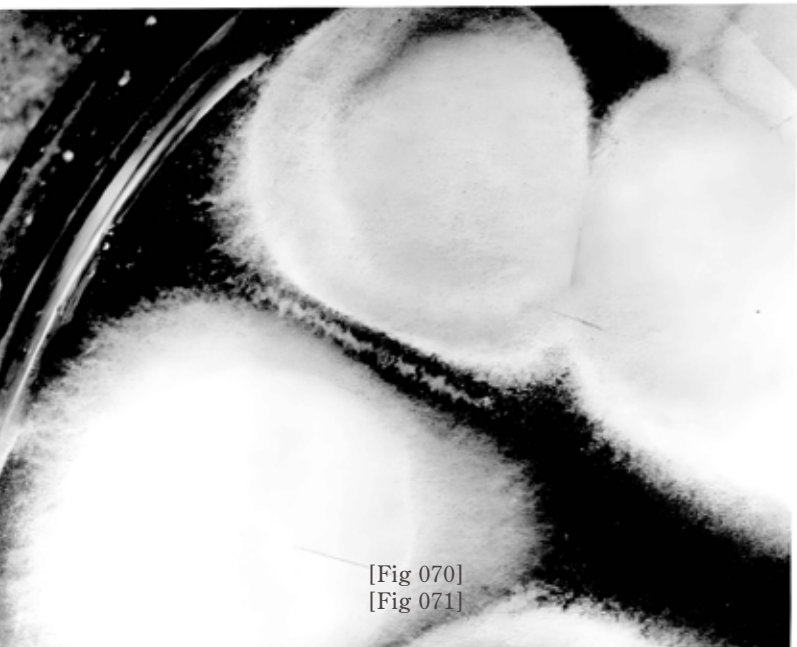
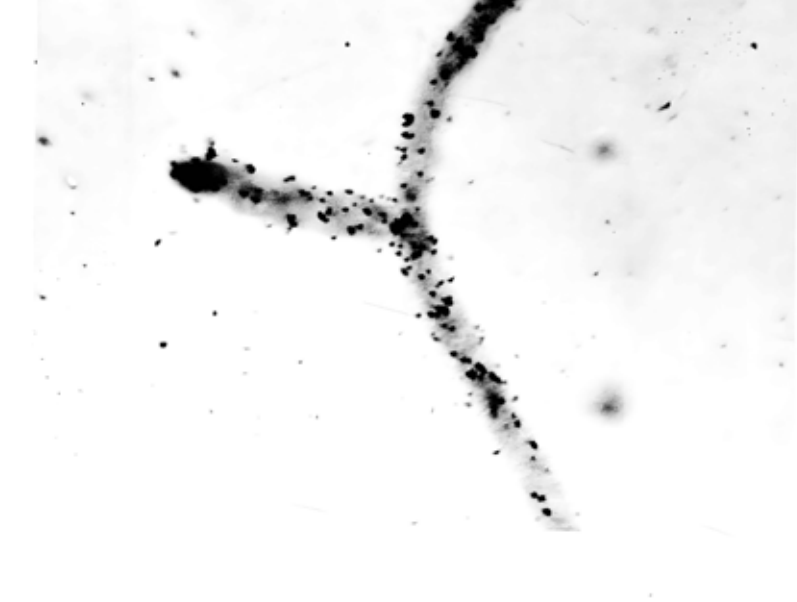
A group of amoebae of *Acrasis rosca* feeding on a yeast (*Rho-*



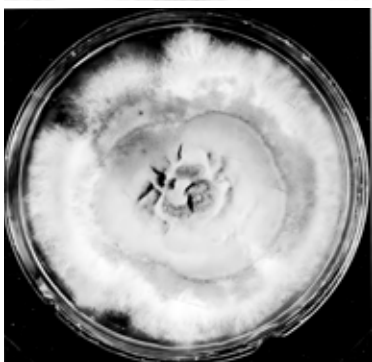
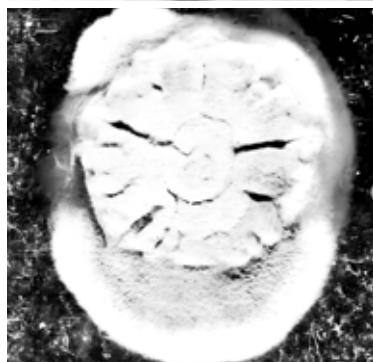
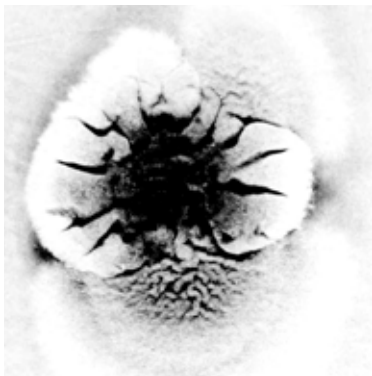
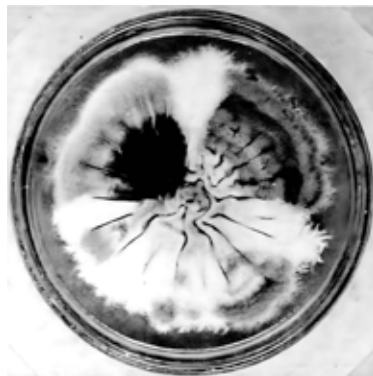
Mn⁺⁺ excess



[Fig 069]



[Fig 070]
[Fig 071]



[Fig 072][Fig 073]
[Fig 074][Fig 075][Fig 076]

**CIHM
Microfiche
Series
(Monographs)**

**ICMH
Collection de
microfiches
(monographies)**



Canadian Institute for Historical Microreproductions / Institut canadien de microreproductions historiques

© 1995

The
copy
may
the
signi
check



This
Ce de
10X



TP 501 .15 1968aa
International Fermentation
Symposium (3rd : 1968 :
Fermentation advances

Accession 337450



**MITCHELL MEMORIAL LIBRARY
MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY**



[Fig 079]



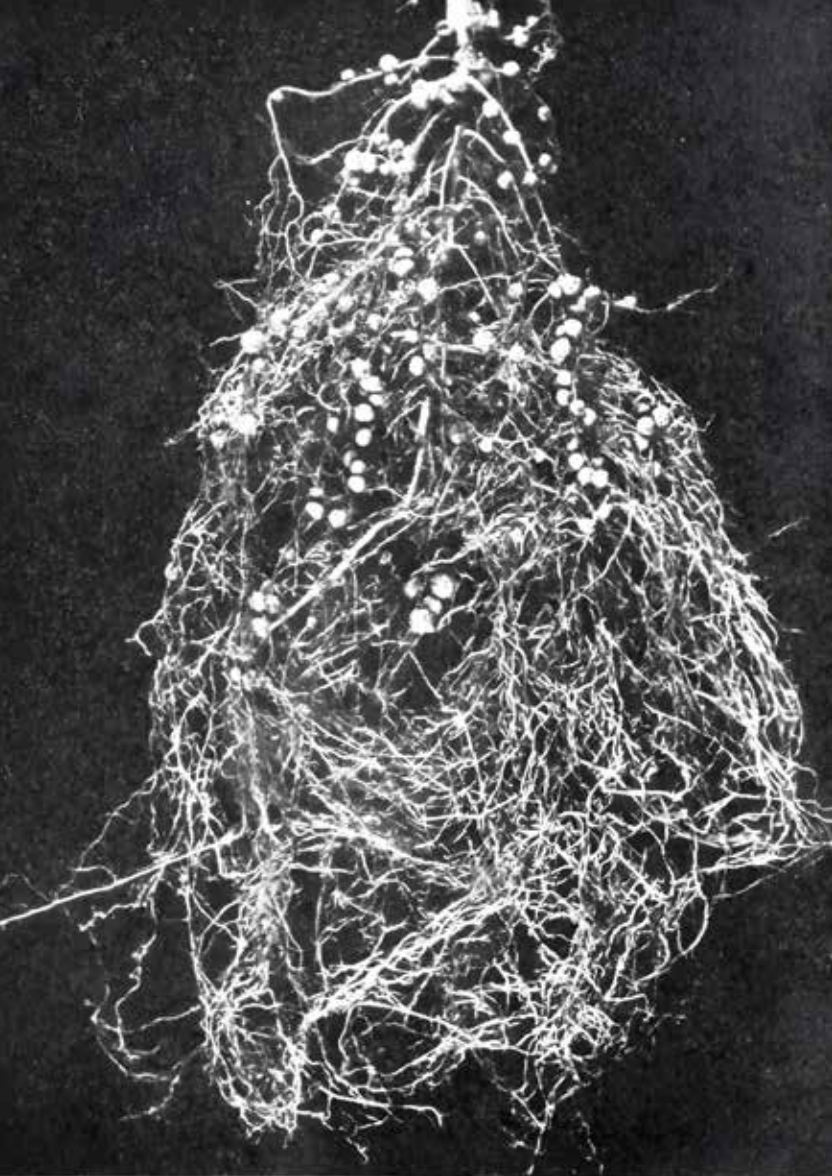
[Fig 080]



3.3. Shao Xing jius, including the “car



[Fig 082]



[Fig 083]

e d'une plante de soja montrant le développement des n



[Fig 084]



A



B



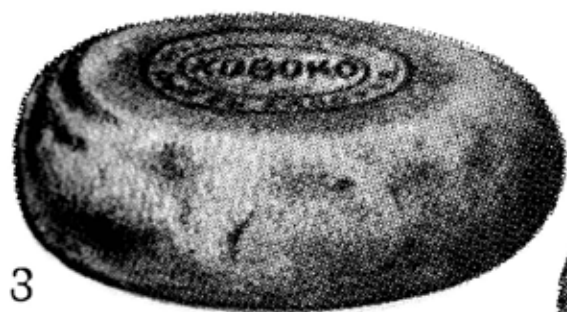
C

[Fig 093][Fig 094]
[Fig 095][Fig 096]

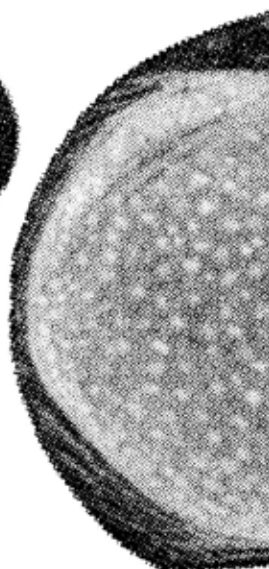


[Fig 097][Fig 098]
 [Fig 099][Fig 100]

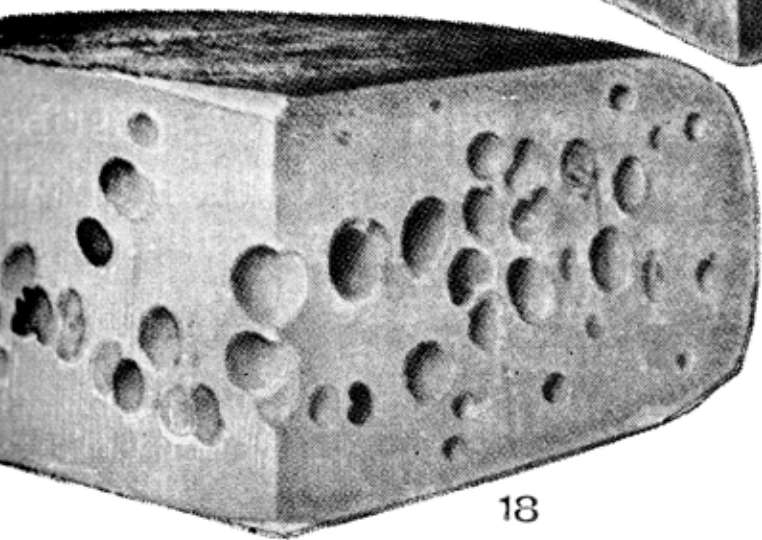
11. *Mushroom cultivation.* A, *Agaricus bisporus* on a haystack. B, *Agaricus bisporus* on a haystack. C, *Agaricus bisporus* on a haystack. D, The arrangement of the logs in a woodland garden.



3

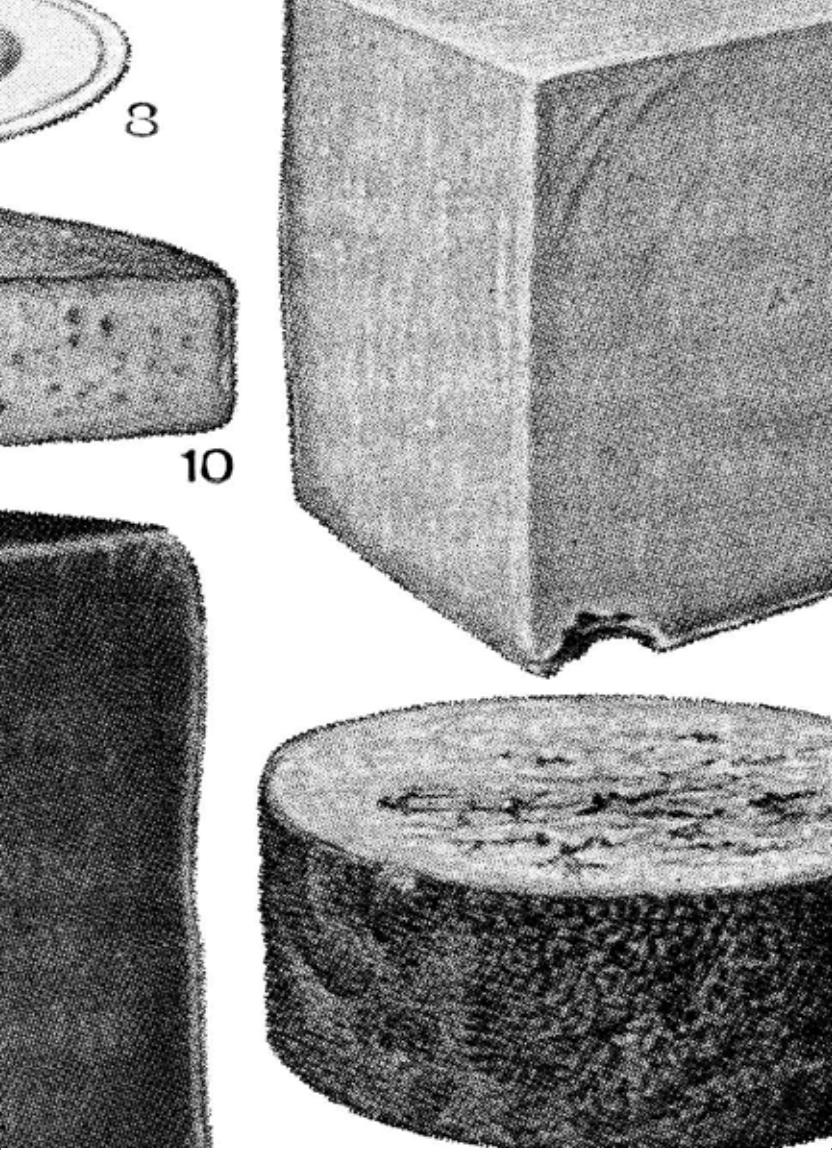


14



18

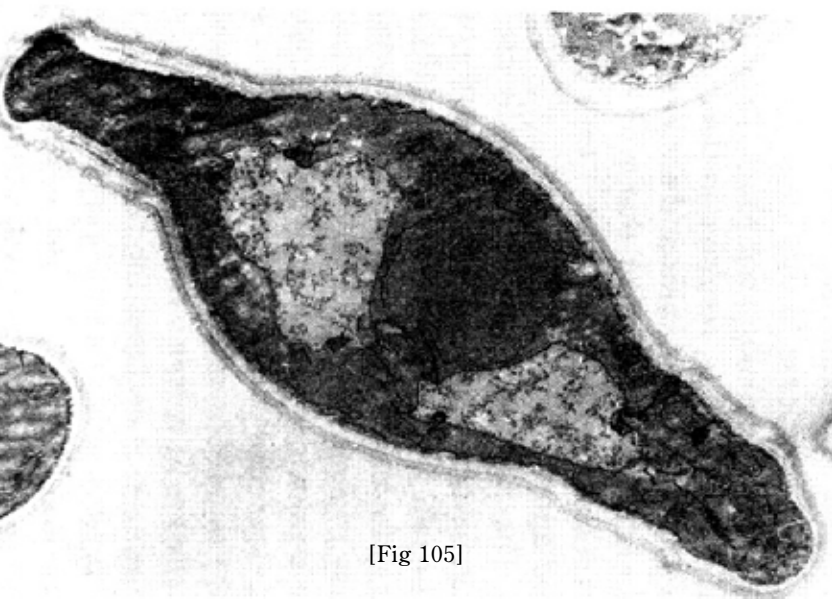
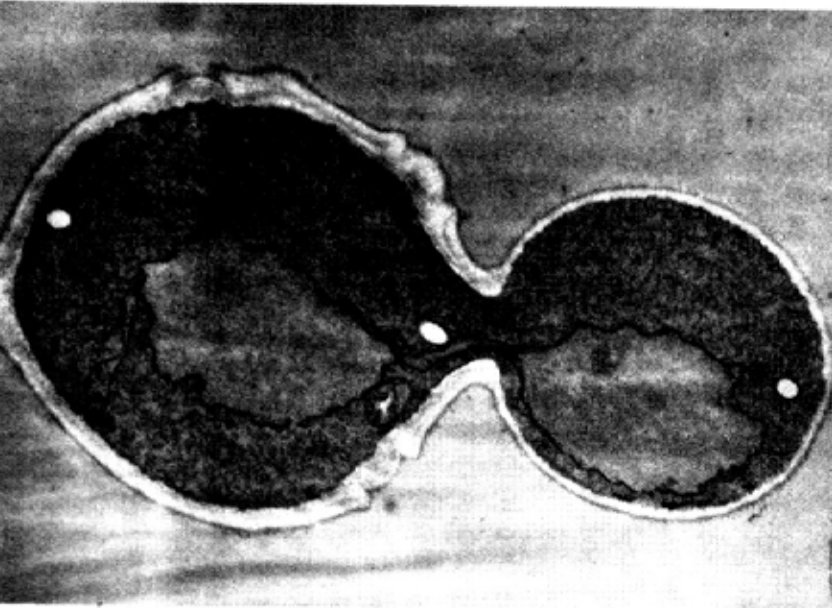
Gorgonzola. 2—Double Gloucester.
 Roquefort. 7—Schabzieger. 8—Dunra
 Cheddar. 12—Pommel. 13—Came
 Stilton. 17—Cream Bondon. 18—Gruyèr



[Fig 103]



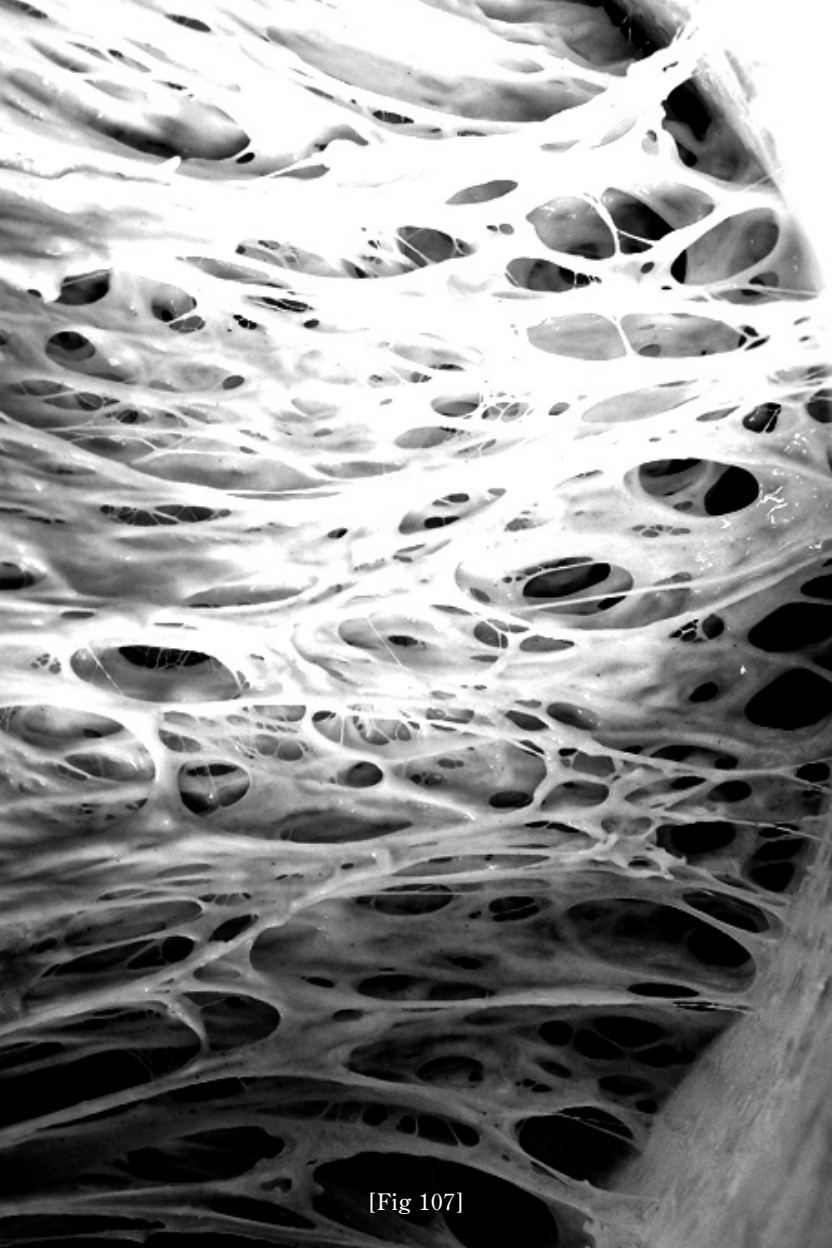
[Fig 104]



[Fig 105]



Fig. 9. Tomatoes rotted by *P. infestans* are increasingly com-



[Fig 107]



[Fig 108]

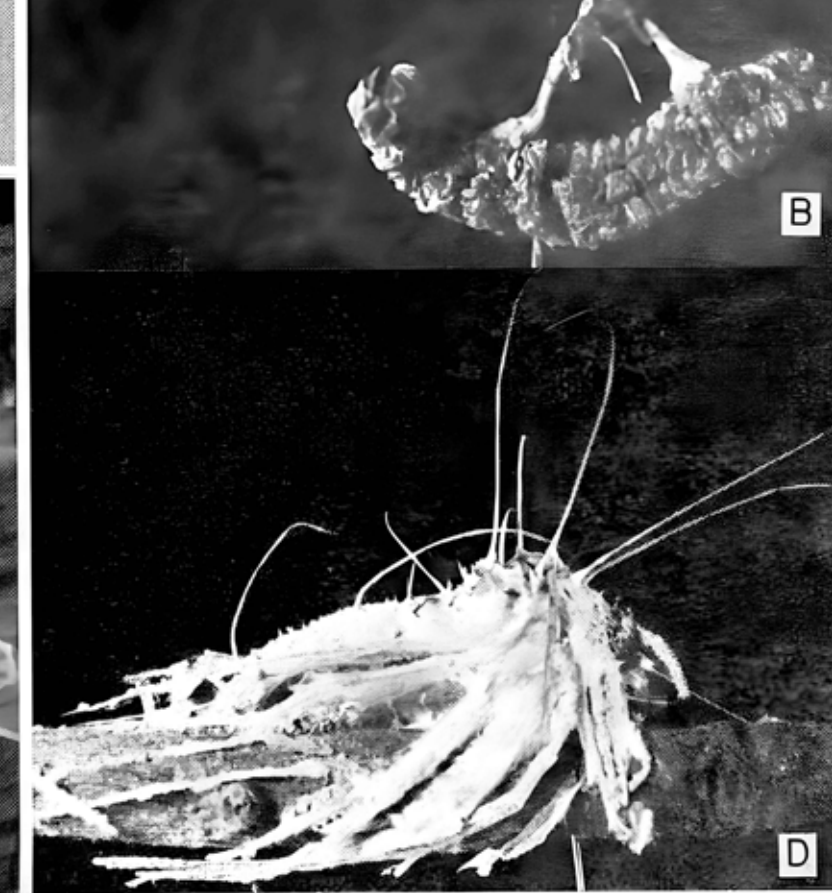
BAKERS'
BREAD.


Paul Richards.

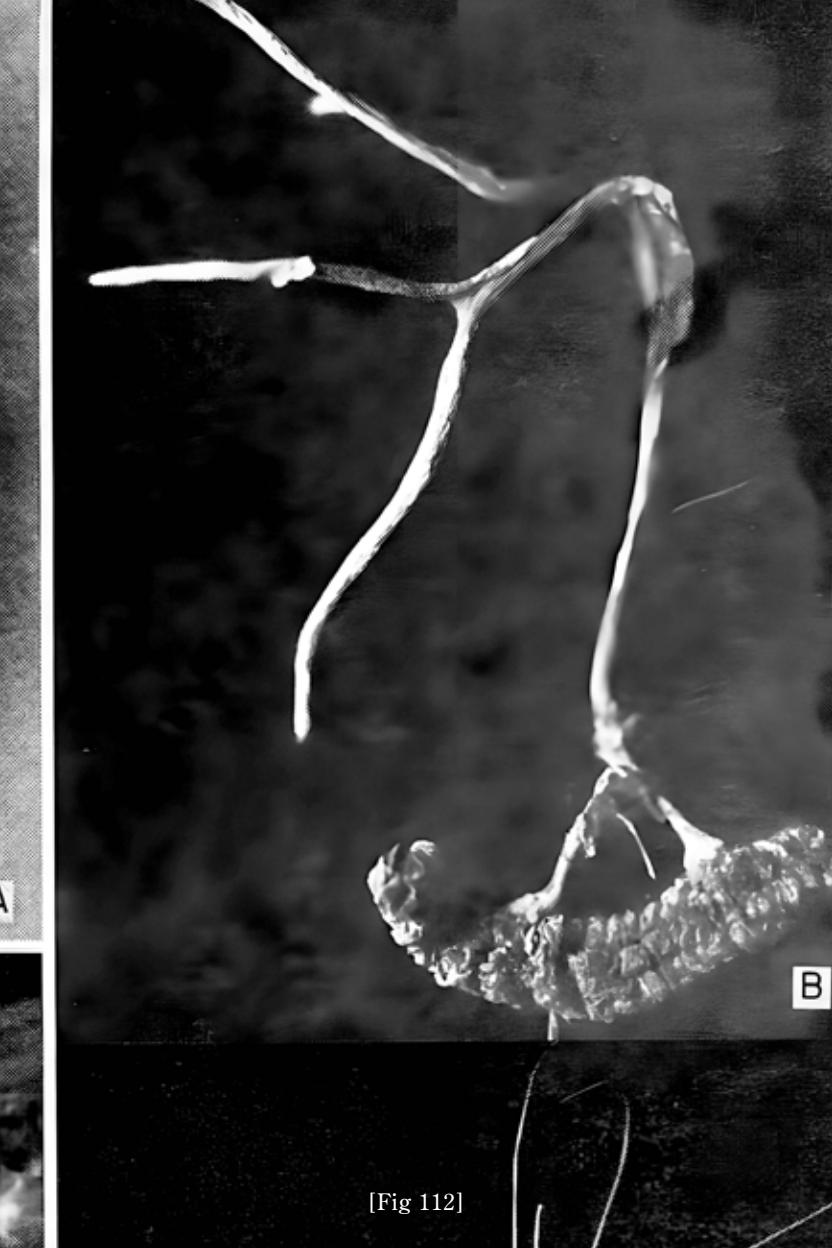
013
358d
71



[Fig 110]



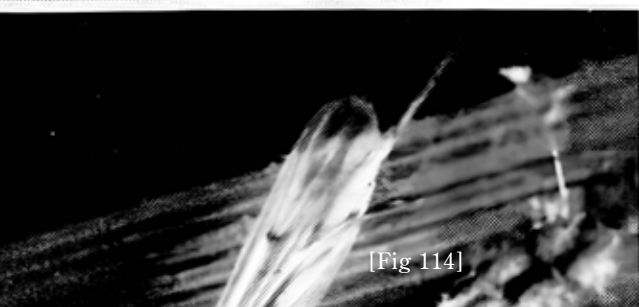
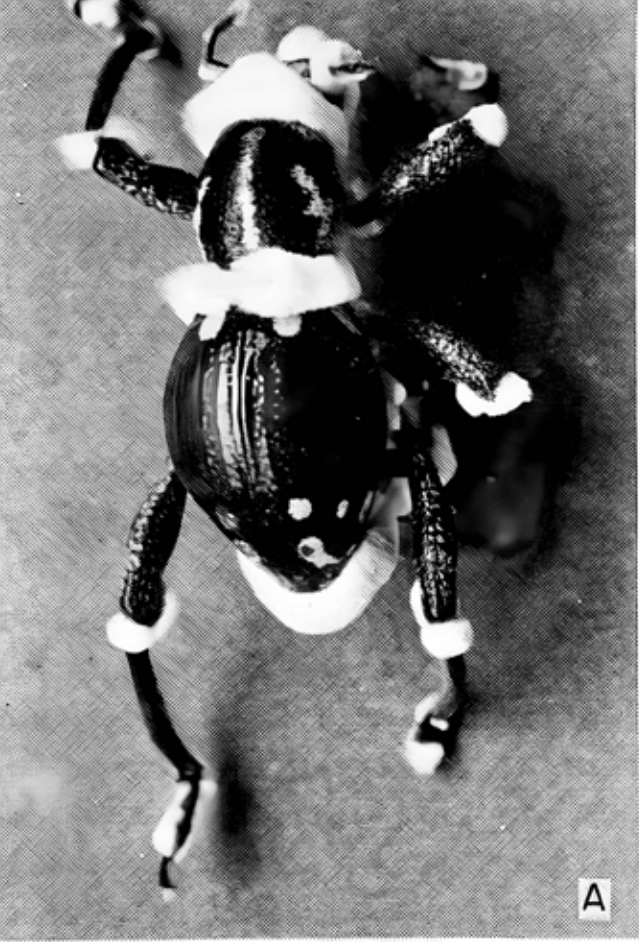
by parasitic fungi. A, Cocoa weevil, *Pantorhytes plutus*, with *Cordyceps strombiliformis* (Ascomycota, Cordycepsales), originally buried in a log, with *Cordyceps strombiliformis* forming brightly coloured fertile heads with immersed perithecia (Ascomycota, Cordycepsales), clinging to a rice leaf and attached to it by *Cordyceps strombiliformis* (Ascomycota, Cordycepsales) by fungal mycelium, with *Cordyceps perithecia* forming on the rice leaf.



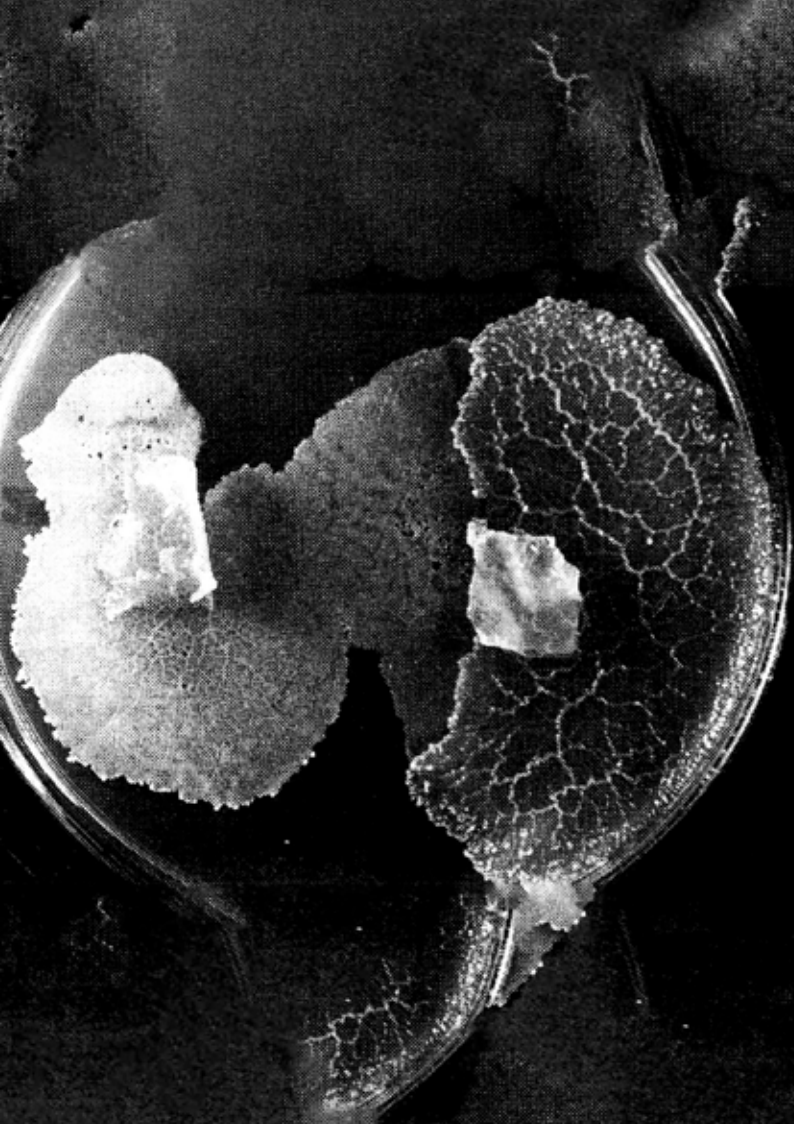
[Fig 112]



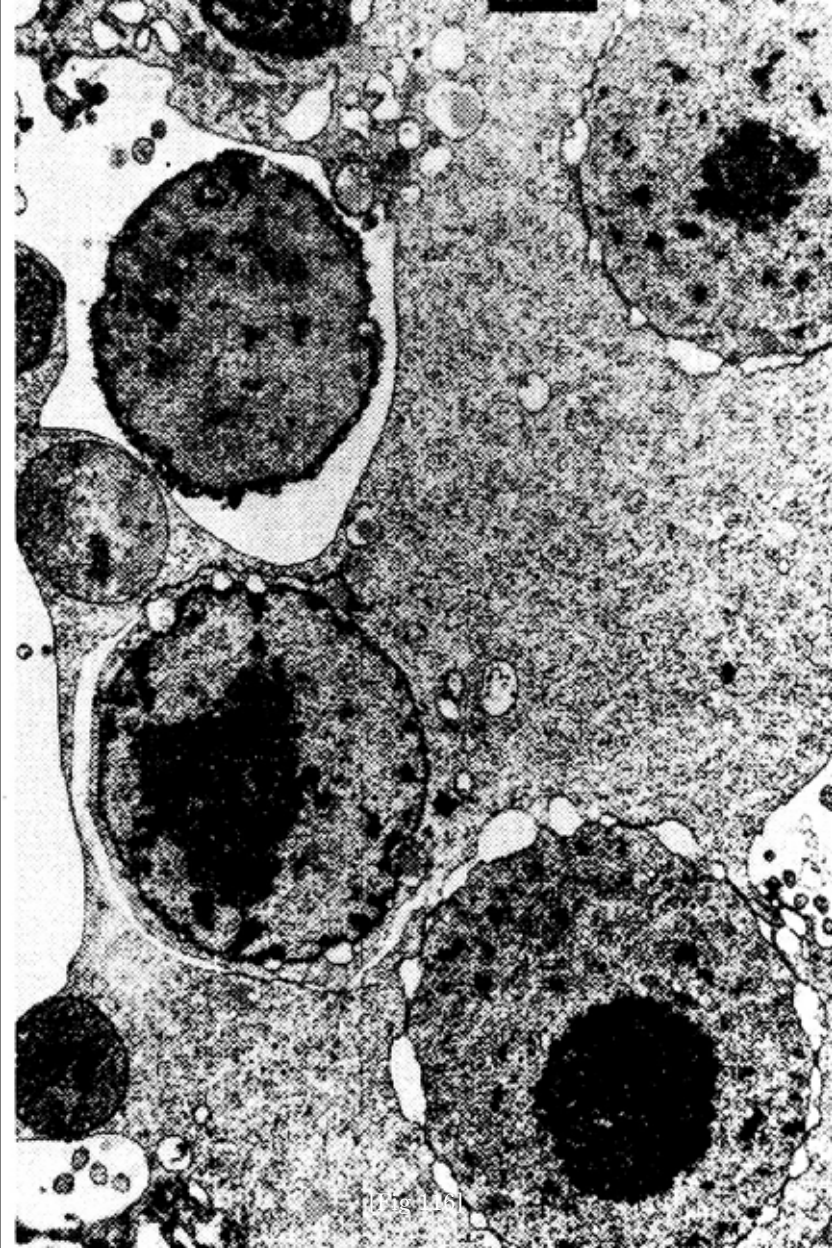
[Fig 113]

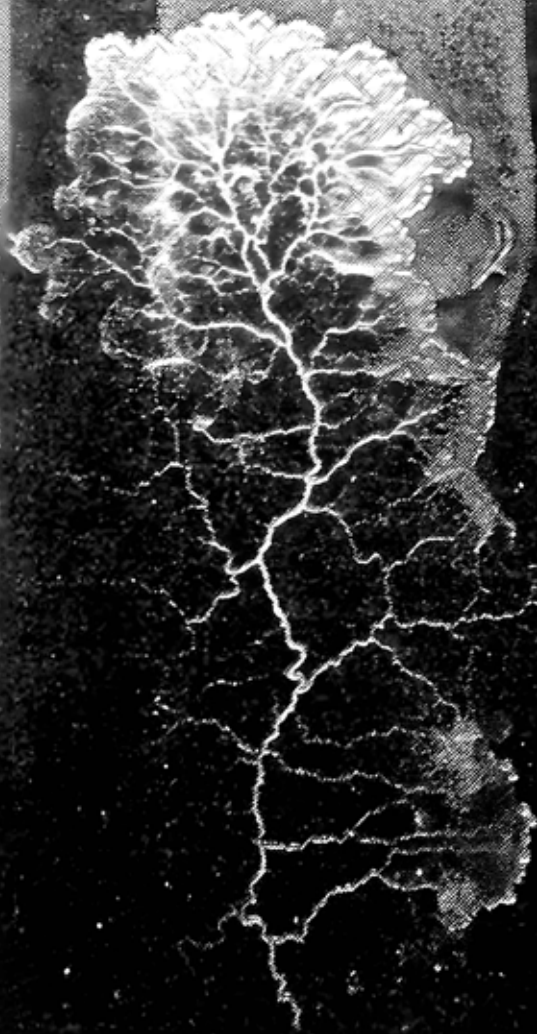


[Fig 114]

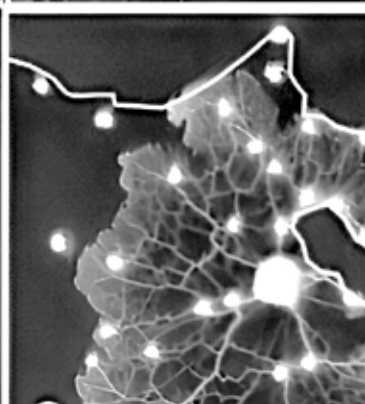
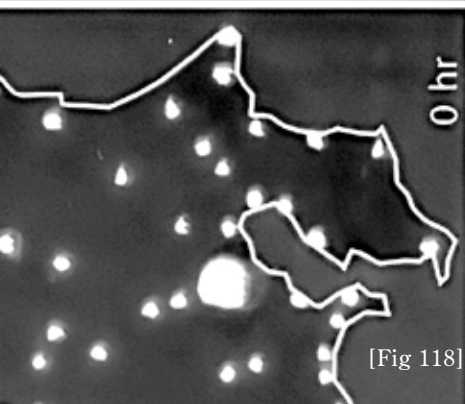
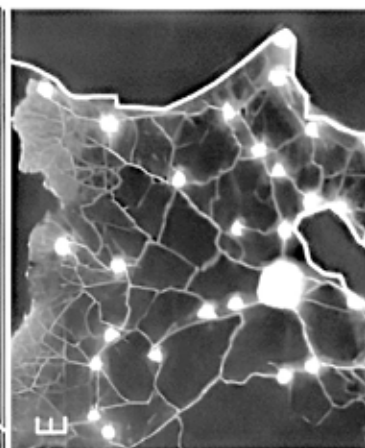
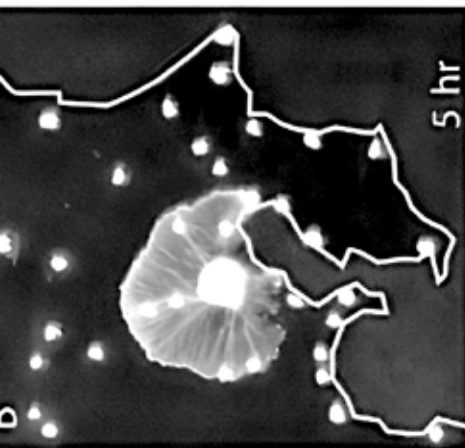
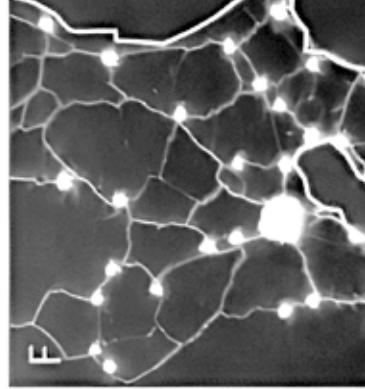
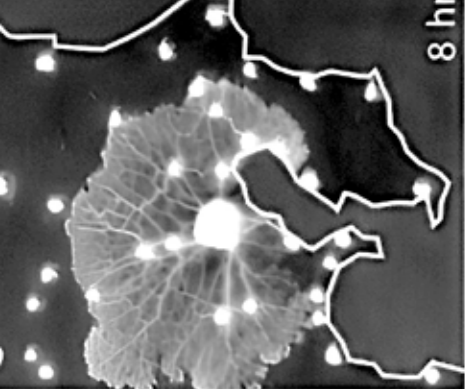


[Fig 115]





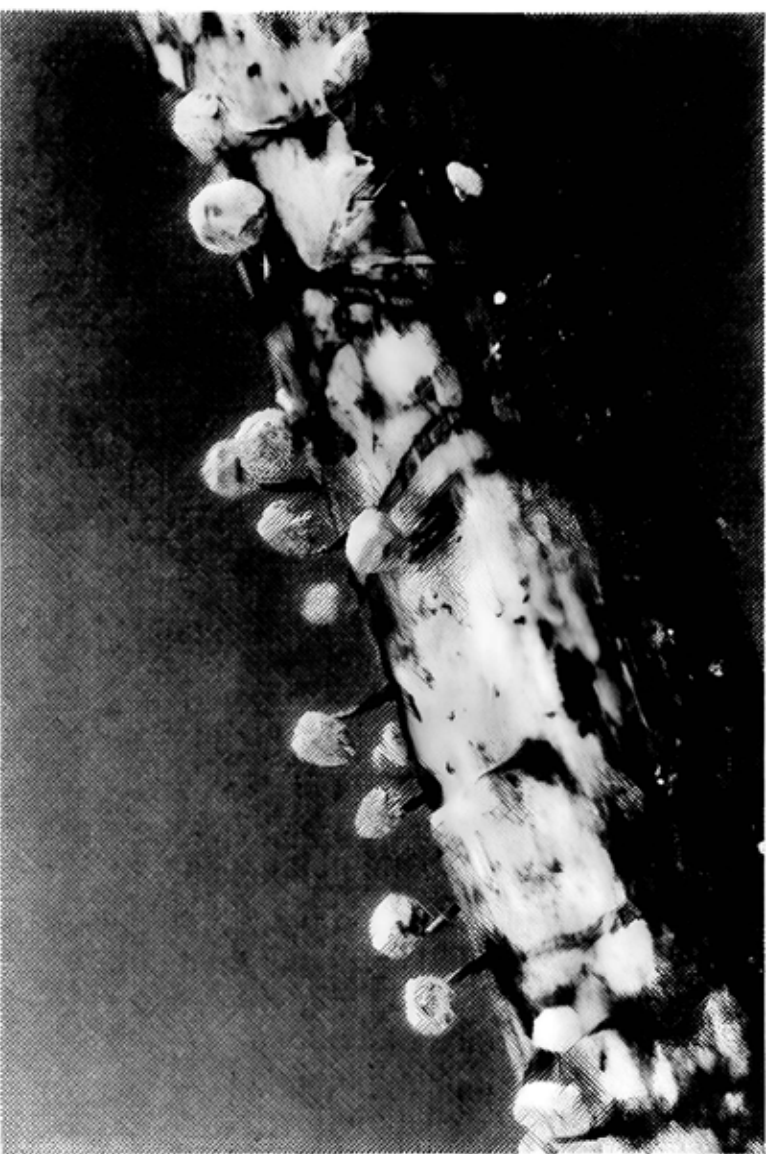
[Fig 117]



[Fig 118]



[Fig 119]

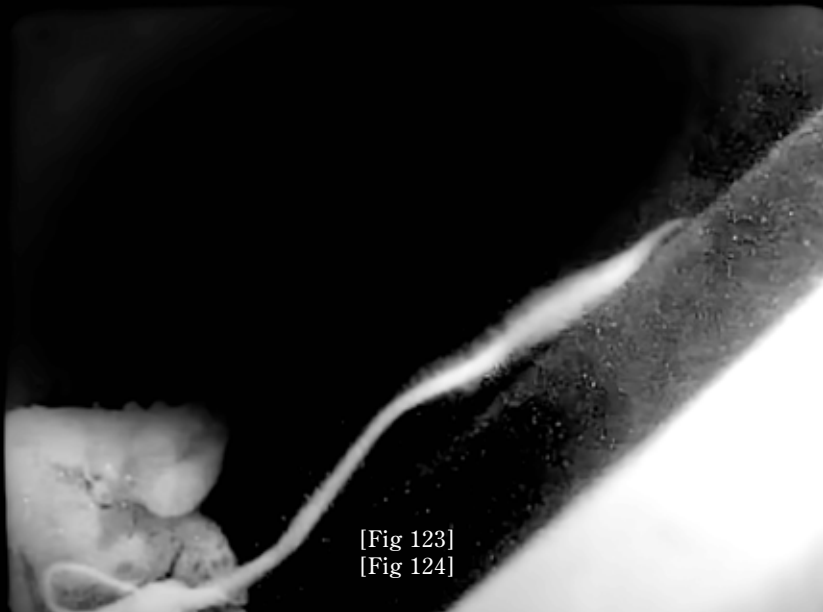


[Fig 120]





[Fig 121]
[Fig 122]



[Fig 123]
[Fig 124]



[Fig 125]
[Fig 126]



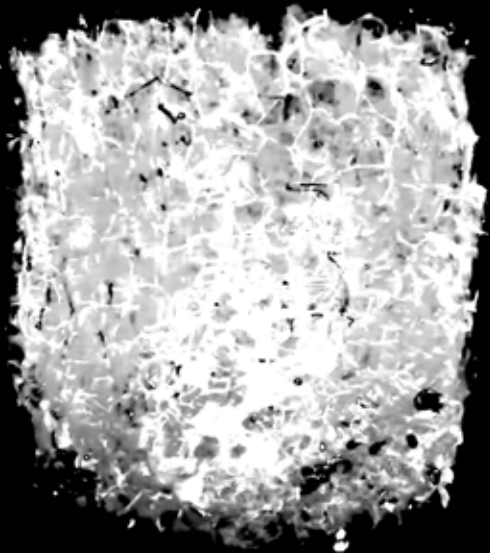
[Fig 127]
[Fig 128]



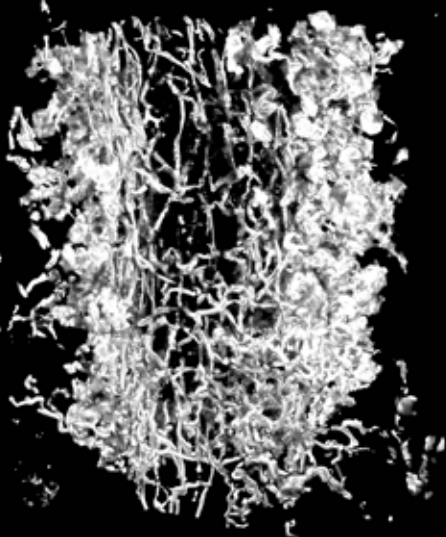
[Fig 129]



[Fig 130]

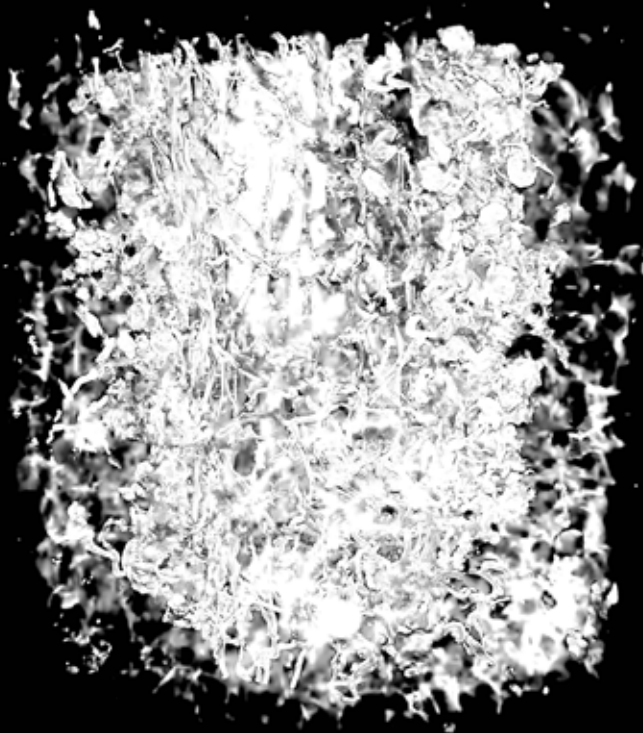


100 μm

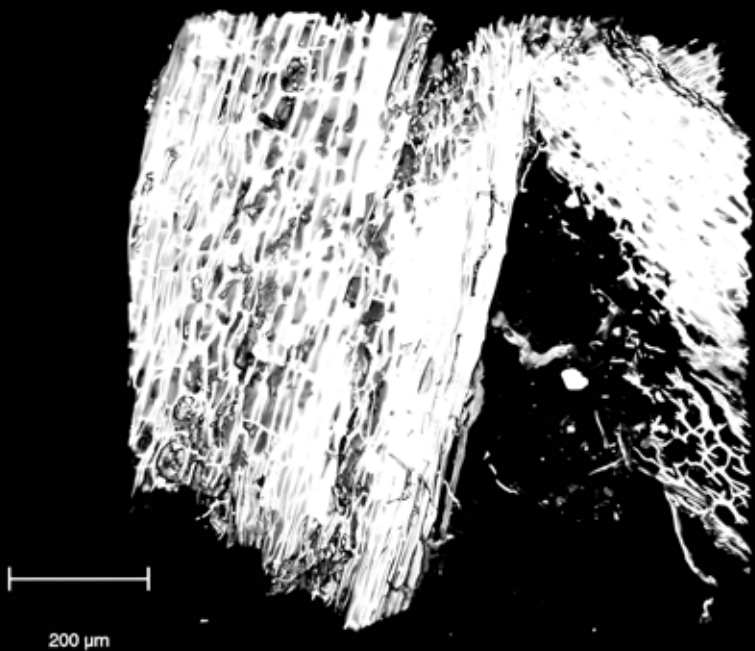


100 μm

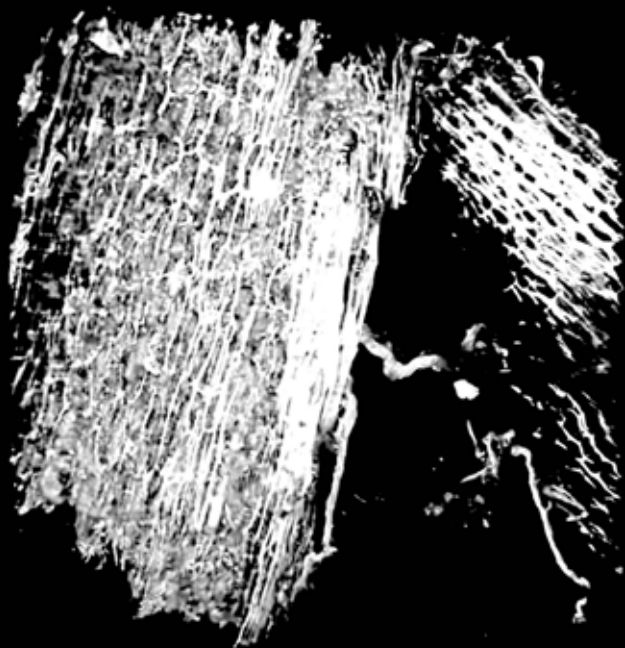
[Fig 131]
[Fig 132]



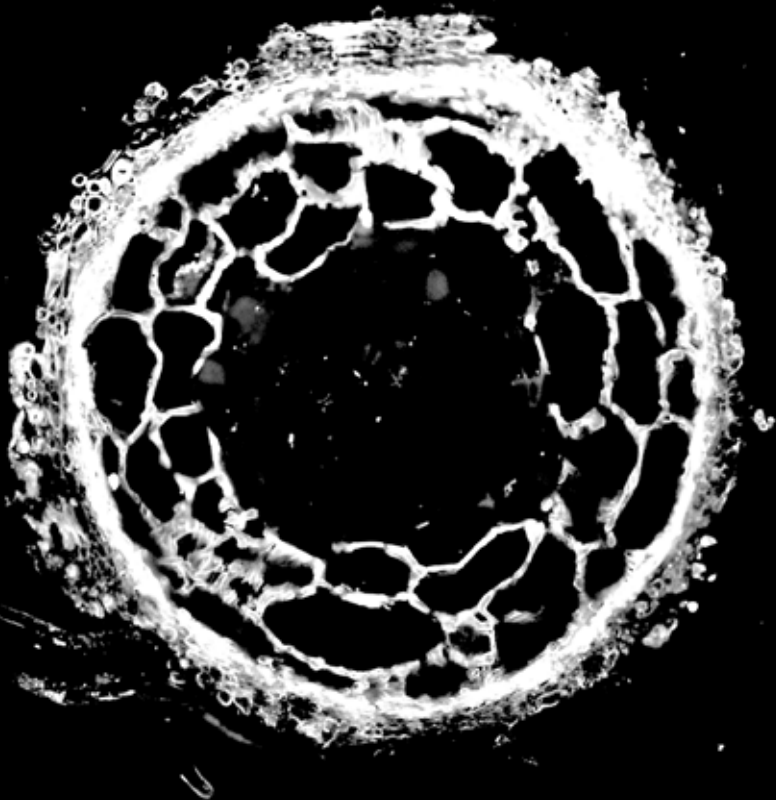
[Fig 133]



[Fig 134]



[Fig 135]



[Fig 136]



[Fig 137]

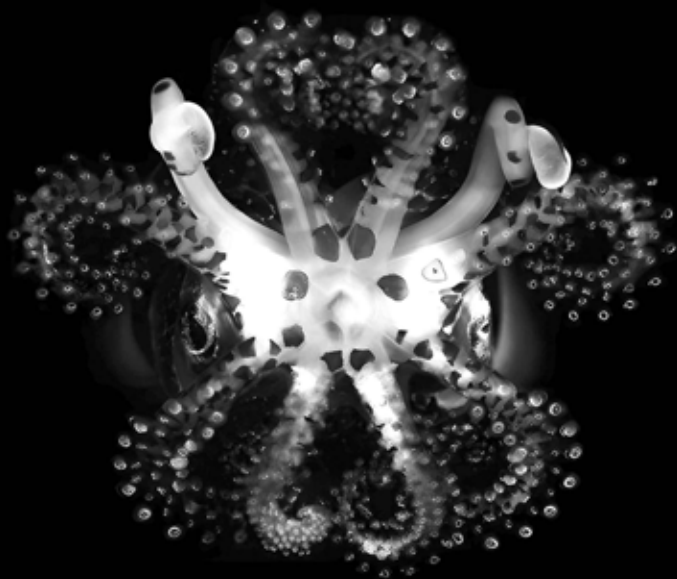


[Fig. 18]





[Fig 140]



[Fig 141]

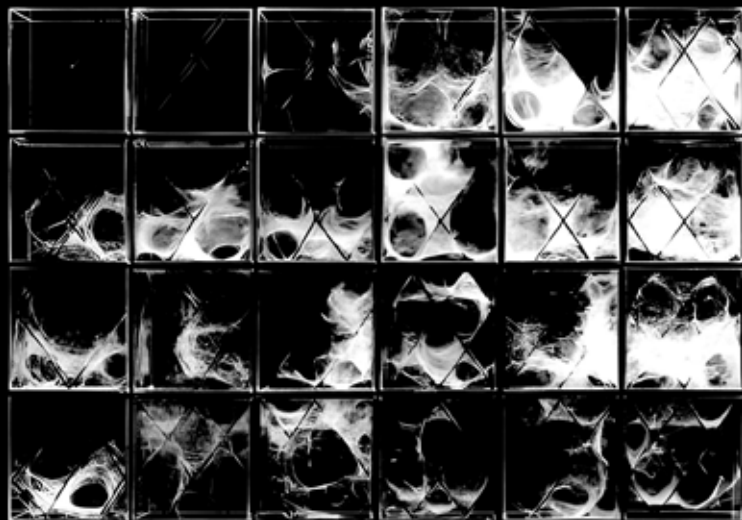




[Fig 142]



[Fig 143]



[Fig 144]



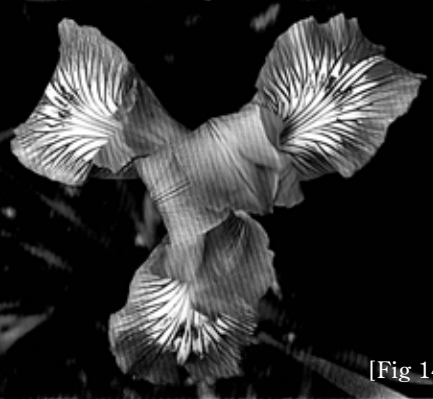
[Fig 145]



[Fig 146]



[Fig 147]



[Fig 148]



[Fig 149]
[Fig 150][Fig 151]



[Fig 152]



[Fig 153]

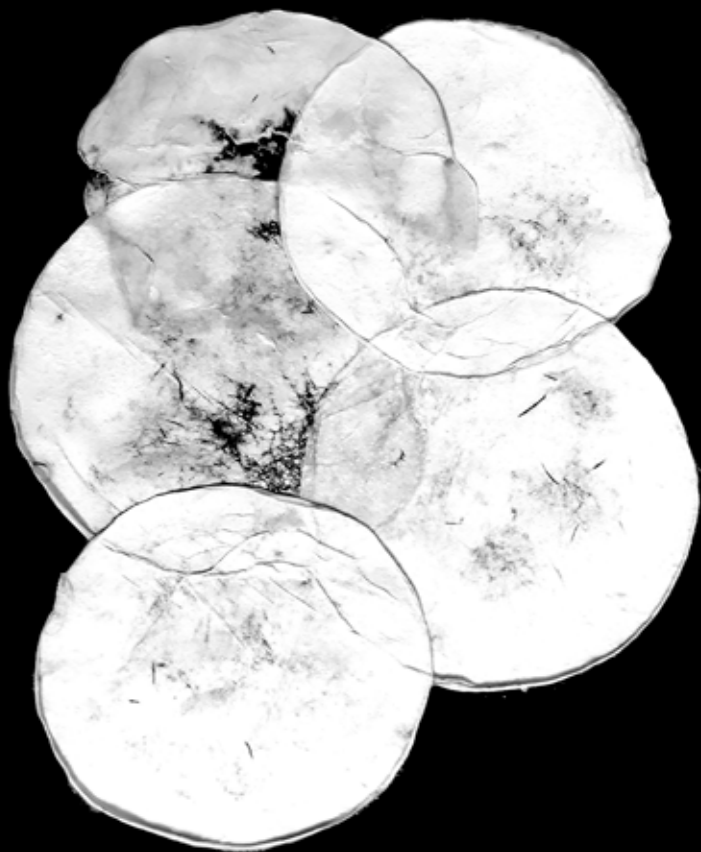


[Fig 154]





[Fig 155]



[Fig 156]



[Fig 157]



[Fig 158]



[Fig 159]



[Fig 160]



[Fig 161]

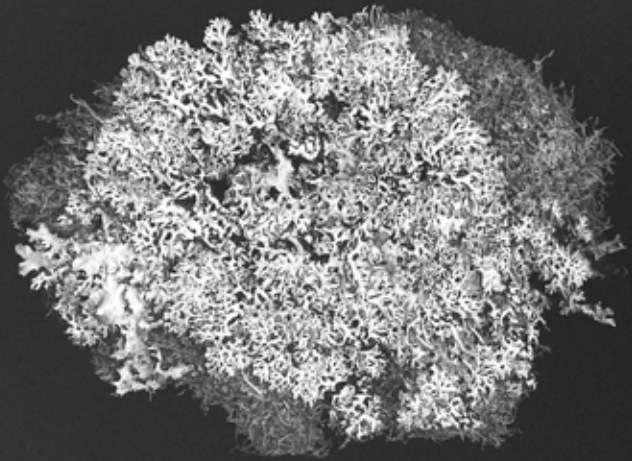




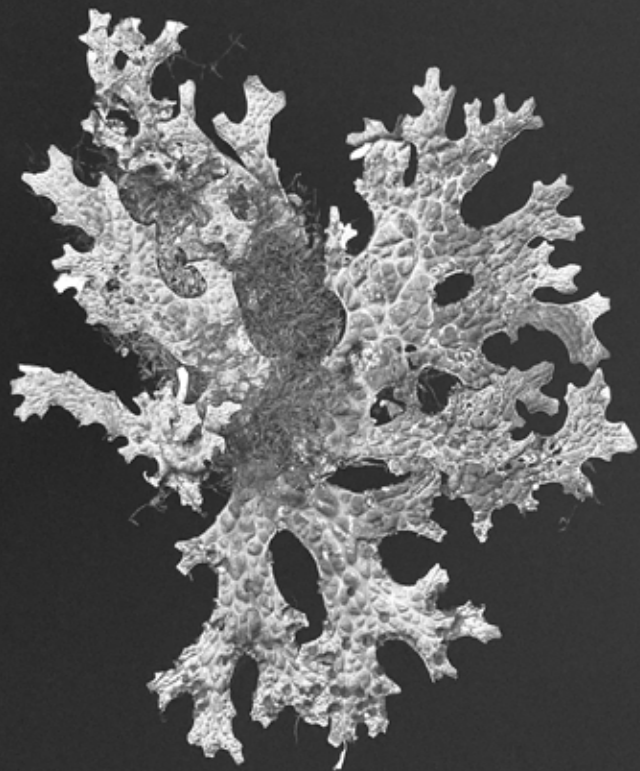
[Fig 162]



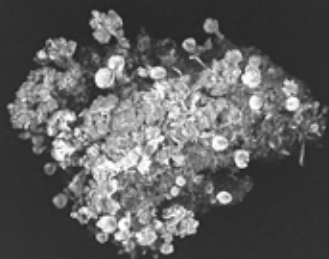
[Fig 163]



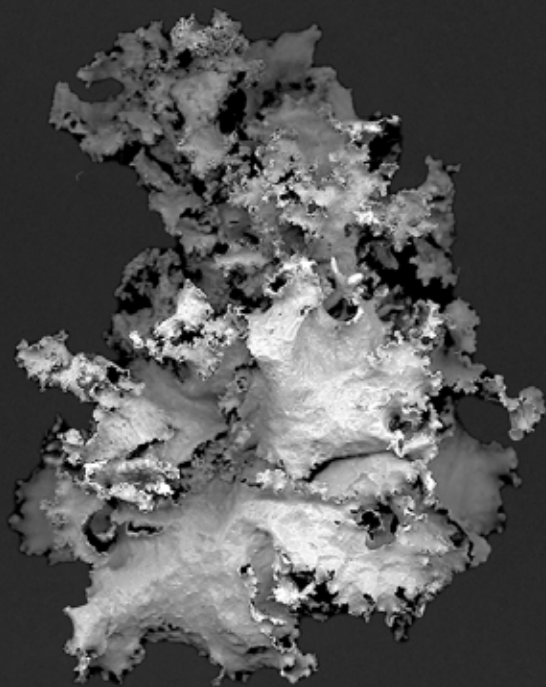
[Fig 164]



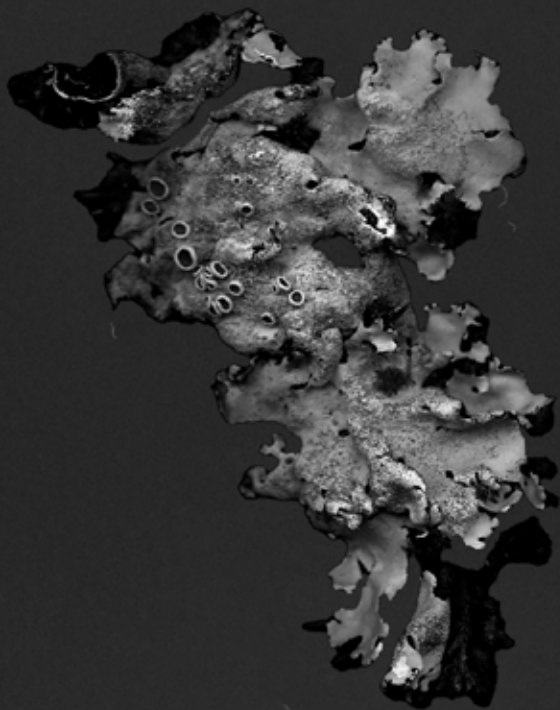
[Fig 165]



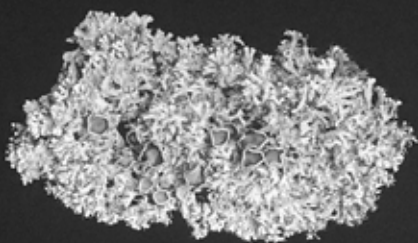
[Fig 166]



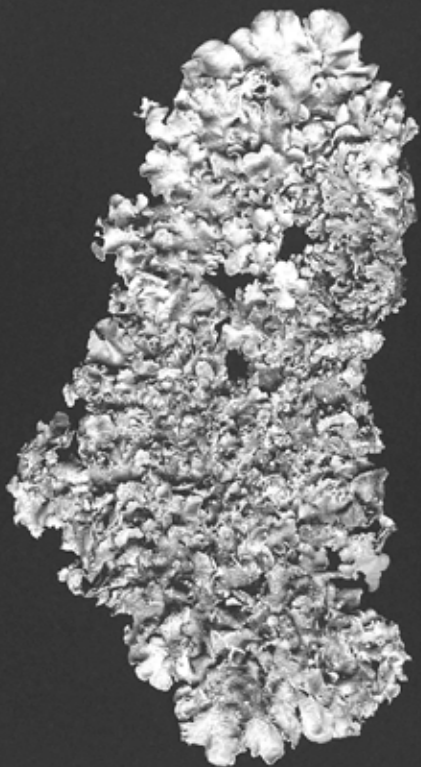
[Fig 167]



[Fig 168]



[Fig 169]



[Fig 170]

CONCLU SION

VI

Les mycètes ont participé à l'éclosion de la vie sur terre en interagissant ici et là avec d'autres organismes.. Sans leur vivacité et leur soif de repousser les strates du vivant, notre faune et flore ne seraient définitivement pas aussi riches et diversifiées. Ils ne nous offrent pas seulement un regard sur l'histoire naturelle car ils nous projettent continuellement à anticiper et à imaginer des modes d'existences en gestation. Les bio-technologies, en particulier, continuent de nous offrir un aperçu de leur potentiel toujours en devenir. Plutôt que de conclure ce mémoire de manière linéaire et définitive, il convient d'honorer les mycètes en explorant de nouveaux horizons de création spéculatifs et collaboratifs, en adoptant une approche plus rhizomique. Car le mycélium nous conforte dans des récits interspécifiques. Il porte en lui ce flux constant d'informations et de nouveautés qu'il dissémine pour créer la vie au gré de l'inattendu. En ce sens, les mycètes m'apparaissent comme de véritables écosystèmes interconnectés en capacité à inspirer nos propres modèles d'organisation et d'existence. À leurs façons, parfois monumentaux, ils pérégrinent de sols en sols et s'érigent comme les jardins du monde, façonnant et entremêlant les individus entre eux pour décroquer

les frontières biologiques. Au-delà de leur portée anthropologique, ils permettent indéniablement de questionner notre perception du vivant et les concepts esthétiques auxquels ils se rattachent. Les moisissures fascinent certains autant que leur vision en répugnent d'autres. Cette ambiguïté dépeint pourtant une fabuleuse sincérité de la nature sur laquelle nous devons y apporter un regard bienveillant. J'ose espérer que ces réflexions permettent d'aborder autrement la notion d'espèces et de symbioses auxquelles nous sommes sujets. En tant qu'étudiant nous sommes souvent amenés à expérimenter la pratique design comme un acte solitaire, puis, progressivement nous comprenons que cet acte s'inscrit continuellement dans un tissu de relations humaines collaboratives et participatives. Entrer en symbiose peut devenir une réponse aux problématiques liées à nos contextes de vie toujours plus instables. Interagir durablement avec autrui permet de nous positionner plus justement, nous et nos pratiques, c'est-à-dire par le préfixe trans- que uni- Coopérer avec le vivant redéfinit non seulement notre pratique du design mais aussi nos manières de faire projet pour agir sur des terrains spéculatifs. Et si, comme hypothèse d'ouverture, la coopération entre

vivants et non-vivants opérerait durablement, quels écosystèmes pourrions-nous façonner ensemble? Le bio-design par exemple sera-il le porte-parole des pratiques transversales et sympoétiques? Le design peut-il influencer la manière dont la population peut comprendre l'apport bénéfique de ces matériaux fluctuants dans sa vie quotidienne? Une autre hypothèse est celle que les mycètes préparent de nouveaux jardins pour les futurs milieux de vie. il nous appartient maintenant de s'en saisir pour imaginer les interactions de demain avec notre environnement.

La symbiose plus que l'individualisme, le hasard plus que la hiérarchie stricte, le goût de la rencontre accidentelle plus que la certitude devraient nous permettre de tendre vers ce dessein commun.

INDEX

- [340] GLOSSAIRE
- [344] ANECDOTES
SUR LES FUNGI
- [350] RÉFÉRENCES
- [352] TABLE ICONO
GRAPHIQUES
- [358] TABLE ICONO
GRAPHIQUES
DU GLOSSAIRE
D'ESPÈCES
FONGIQUES
- [361] COLOPHON

AGRÉGATION

Rassemblement au travers duquel les organismes vivants sont attirés les uns par les autres.

ANASTOMOSE

Connexion, naturelle ou artificielle, entre deux structures, organes ou espaces.

AMIBES

Organisme unicellulaire appartenant au groupe des protistes. Il doit se procurer sa nourriture au lieu de la fabriquer par photosynthèse.

BASIDE

Organe principal de reproduction chez les basidiomycètes.

BIO-DESIGN

Pratique design incluant une appropriation spécifique des biotechnologies et des organismes vivants.

BIOTROPHIE

Caractéristiques de certains champignons et parasites qui se nourrissent de cellules sans les détruire, comme les mildious et rouilles.

CRYPTOBIOSE

État de stase où le métabolisme d'un organisme vivant se met à l'arrêt.

DARWINISME

Théorie de l'évolution impliquant que toutes les espèces vivantes sont en perpétuelle transformation et subissent au fil du temps et des générations des modifications morphologiques comme génétiques.

ÉCOSYSTÈME

Un écosystème est un ensemble vivant formé par un groupement de différentes espèces en interrelations entre elles et avec leur

[B]

[C]

[D]

[E]

[F]

environnement [minéraux, air, eau], sur une échelle spatiale donnée.

ENDOMYCORHIZE

Symbiose entre la racine d'une plante et une colonie de champignons, les hyphes de ces derniers s'infiltrant à l'intérieur de la matrice extracellulaire.

ENDOPHYTE

Champignon se développant à l'intérieur d'un végétal.

[G]

FERMENTATION

Transformation interne d'une substance organique en produisant d'autres.

FRUCTIFICATION

Résultat d'une agrégation en un fruit mature. Ensemble des fruits que porte un végétal ou un mycète.

FUNGI

Pluriel de fungus, le règne des Fungi, aussi appelés Mycota/Mycètes / fonge, constitue un taxon regroupant des organismes eucaryotes appelés communément champignons.

[H]

GRADUALISME

Théorie excluant la mutation soudaine au profit d'une évolution où tout changement serait continu, lent et régulier.

GROWING DESIGN

Processus design transdisciplinaire où le designer s'interroge sur la

[M]

fabrication de ses propres matériaux autant que sur leur usage.

HOLOBIONTE

Méta-organisme constitué d'une multitude de symbioses avec des stratégies évolutives différentes. L'holobionte est considéré comme l'unité écologique pertinente pour la biologie et l'évolution.

HYPHES

Ce sont des microfilaments cylindriques ramifiés et organisés qui forment le mycelium.

MACROMYCÈTES

Champignons dont la fructification est visible à l'œil nu. A ne pas confondre avec les micromycètes qui ne sont pas pourvus de sporophores visibles.

MICROBIOLOGIE

Ensemble des disciplines biologiques traitant des organismes microscopiques, qu'ils appartiennent au règne végétal [bactéries, algues, champignons] ou au règne animal.

MYCOLOGIE

Sciences biologiques consacrées à l'étude du règne Fungi.

MYCELIUM

Aussi appelé blanc de champignon, il constitue l'appareil végétatif des mycètes et est un assemblage

extensif de filaments ramifiés appelés hyphes. Ce dernier relie et interconnecte les organismes vivants présents sur un sol donné — plantes, arbres, champignon et représente 60 % de la biomasse microbienne totale du sol.

MYCÈTE

Taxon regroupant des organismes eucaryotes appelés communément champignons, ce taxon comprend les macromycètes [champignons dont la fructification est visible] aussi bien que les micromycètes [levure, moisissure d'échelle microscopique].

MYCOPHYCOBIOSE

Phénomène symbiotique où l'organisme est formé d'une algue pluricellulaire et d'un mycète hébergé à l'intérieur de l'algue.

MYCOPHYCOBIONTES

Résultat d'une mycophycobiose en un organisme hybride composé d'une algue et d'un mycète.

MYCORHIZES

Les mycorhizes résultent de l'association symbiotique entre le mycélium et les racines des plantes. [Mycovenant de champignon et Rhizade racine]

NÉCROTROPHIE

Stratégie parasite d'agents pathogènes. Le nécrotrophe est un organisme hétérotrophe [bactérie, champignon] qui

infecte les tissus vivants de son hôte, tire sa nourriture de tissus tués avant d'être colonisés.

PARASITISME

Mode d'existence et conditions de vie d'un organisme vivant qui subsiste aux dépens d'autrui.

PHAGOCYTOSE

Propriété que possèdent certains protozoaires et certaines cellules de capturer et ingérer des corps figurés

PLASMODE

Masse de cytoplasme molle, déformable, sans paroi squelettique, dans laquelle le noyau peut se diviser un grand nombre de fois sans qu'il y ait eu de cloisonnement par des membranes plasmiques.

PLURIBIOSE

Spectres de relations plurielles qui s'instaurent entre des entités transformées par leurs rencontres avec d'autres vivants, et qui sont donc toujours en devenir.

RECHERCHE-ACTION

Démarche scientifique où l'individu conjugue savoirs théoriques et pratiques concrètes sur le terrain pour s'emparer d'une recherche.

RELATIONS

INTERSPÉCIFIQUES

Rapports relationnels qui se produisent au sein et entre plusieurs espèces et individus.

[N]

[P]

[R]

[S]

[S]

SPORES

Corpuscule reproducteur pouvant donner naissance sans fécondation à un nouvel individu. Les spores d'un champignon se diffusent ainsi dans l'air.

SPOROPHORE

Partie fertile et visible d'un champignon produisant les spores, de forme variable et qui comporte un pied [ou stipe] et un chapeau chez les champignons typiques.

SYMBIOGENÈSE

Création d'un nouvel organisme par association de deux ou plusieurs organismes entrant en relation symbiotique, et des transferts horizontaux de gènes qui lui sont associés.

SYMPOÏÈSE

Vision des humains comme

inséparables de leurs relations avec les autres entités dans leur environnement. L'acte de créer ensemble et faire converger les disciplines, design ou autres.

SYMBIOSE

Association durable et réciproquement profitable, entre deux organismes vivants. Toutes formes de relations interspécifiques, depuis l'union réciproquement profitable jusqu'à l'antagonisme parasitaire.

SYNNEMA

Grande structure reproductrice érigée portée par certains champignons.

TAXON

Entité conceptuelle qui regroupe tous les organismes vivants possédant en commun certaines caractéristiques.

[T]

ANECDOTES SUR LES FUNGI

[01] À la suite de l'explosion de la bombe atomique sur Hiroshima, la variété de champignons Matsutake furent les premières créatures à surgir des ruines forestières, pour préparer un nouvel écosystème et par la suite permettre aux autres organismes vivants de repeupler ce que l'on considérait comme des ruines éternelles.

[02] Il y a des milliers d'années, deux spores microscopiques ont donné naissance à un monstre surdimensionné. Trouvable dans une forêt de l'Oregon, le gigantesque champignon [Humongous Fungus] — du nom scientifique *Armillaria Ostoyae*, réalise l'exploit d'être l'organisme le plus large au monde avec une étendue de près de 370.000m² pour un poids total d'environ 400 tonnes. Il s'y est développé en déployant ses rhizomorphes et explorer l'obscurité souterraine... pour aujourd'hui devenir un véritable tapis enchevêtré sous le sol. C'est en étudiant le génome de leurs rhizomorphes de ces mastodontes armillaires que s'est révélé une formidable spécificité :

le génome de chacun des échantillons récoltés était identique. Autrement dit, chacun de ces génomes était une armée de clones interconnectés qui appartenaient au même champignon. En plus d'être gigantesque, ce champignon est aussi le plus vieux organisme vivant au monde, des recherches nous poussent à croire qu'il aurait aux alentours de 8500 ans, soit peu de temps après l'apparition des premières formes de civilisation. Ultra-résistant, pluricentenaire et démesuré, l'*Armillaria Ostoyae* continue d'affirmer les champignons en tant que super-organismes vivants.

[03] Le *Pterygoplichthys*, ou autrement appelé janitor-fish/zombie-fish, a la particularité de pouvoir respirer à l'air libre et d'entrer en phase de dormance, comme une moisissure pourrait le faire, dès que les conditions lui sont peu favorables. Tout cela grâce à un champignon très spécifique.

[04] Les termites macrotermitinae ne sont capables de digérer leur aliments que par l'intermédiaire des mycètes. Les termites mâchent le bois mais ne peuvent les digérer seuls. À la place ils élaborent des [parcs à mycètes] dans lesquels le bois mâché est digéré par les mycètes du genre [termitomyces], seuls capables de produire les nutriments adaptés.

En d'autres termes, on pourrait dire que les termites sous-traitent leur digestion aux mycètes et que les mycètes sous-traitent aux termites la recherche de nourriture et la construction d'un foyer.

[05] Le calamar hawaïen *Euprymna scolopes* est par exemple devenu un organisme modèle pour penser ce type de processus symbiotique. Le calamar à queue courte est connu pour son organe lumineux, grâce à laquelle il simule la lumière de la lune et se dissimule. Hors, les jeunes calamars ne développent pas cet organe sans entrer en contact avec une espèce particulière de bactérie : ils doivent en faire la rencontre hasardeuse dans l'eau de la mer.

[06] Des chercheurs ont découvert qu'un cousin myxomycète du blob, [*Fuligo Septica*] était capable d'accumuler des métaux lourds, ouvrant la possibilité de développer cet organisme pour dépolluer certains sols.

[07] Le *Brunneocorticium corynecarpon* est un champignon connu exclusivement pour ses rhizomorphes aériens blancs qui poussent dans les auvents des forêts tropicales. L'analyse de son génome a montré qu'il appartenait aux *Marasmiaceae*, avec la particularité de ne posséder aucun

corps fruitier et fertile.

[08] *Botrytis cinerea* est une espèce de champignon parasitaire considérée à la fois comme une maladie et comme une pourriture noble. Cette moisissure est à l'origine de la maladie de la [pourriture grise] qui endommage plusieurs cultures d'intérêt alimentaire — raisin, fraise ou tomate par exemple — lorsque l'humidité est très forte.

Elle est élevée au rang de [pourriture noble] dans un contexte particulier : la production de vins liquoreux. Elle endommage la peau du raisin, ce qui permet l'évaporation de l'eau du fruit, l'augmentation de la concentration en sucre et une macération qui crée l'arôme du vin.

[09] Les chercheurs états-uniens ont étudié l'odeur du matsutake sous l'aspect de ses propriétés répulsives envers des parasites [limaces] alors que de l'autre les chercheurs japonais l'ont étudiée pour comprendre ceux qu'elle attire tant. Est-ce toujours la [même] odeur s'il est à ce point possible de la rencontrer selon des sensibilités culturelles aussi contrastées.

[10] Sous certaines influences, des animaux peuvent s'offrir en sacrifice à leurs prédateurs. Et tout cela parce que des parasites ont pris les commandes. C'est le cas d'un ver plat, la petite douve du foie

[*Dicrocoelium dendriticum*]. cet invertébré a un cycle de vie complexe qui nécessite qu'il soit hébergé, à différents stades, par trois hôtes-animaux. Le tout dans un ordre bien précis. Et comme si cela ne suffisait à lui corser la tâche, il va lui falloir imaginer les moyens de passer d'un hôte à l'autre, en l'occurrence l'escargot, la fourmi et le mouton. Les excréments infectés du mouton vont contenir des œufs du parasite. Il est relativement facile, une fois au sol, de faire passer par là un escargot qui va donc se faire infecter. Les œufs vont devenir des larves, appelées cercaires. Elles se placent dans les petites bulles de mucus du système respiratoire de l'escargot. Celui-ci va en expectorer. Voici nos larves de nouveau au sol. Pas de grandes difficultés donc à se trouver sur le chemin de fourmis. Celles-ci, en mangeant ce mucus, vont être infectées. La larve va de nouveau se transformer [en métacercaires]. Et c'est là que ce petit ver va réaliser un exploit renversant. La petite douve va, on ne sait trop comment, prendre le contrôle de l'énorme [à son échelle de minuscule larve] fourmi. La fourmi parasitée va grimper sur un brin d'herbe, s'installer en haut, et, laissant tomber toutes ses autres tâches de fourmi, attendre des heures qu'un mouton vienne l'avaler par inadvertance.

[11] Un certain type de champignon a la particularité de simuler sa propre mort pour attirer les mouches. Les champignons de la famille des Phallaceae viennent au monde sous la forme d'un œuf, ce dernier éclos à la maturation et délivre le véritable champignon à l'apparence déroutante : une structure ramifiée pourvu de bras rouges vif et ridés qui s'interconnectent. Mais cela ne s'arrête pas là, car les Phallaceae ont la réputation de diffuser une odeur infecte comparable à celle de la viande pourrie. Là où bon nombre de mycètes libèrent leurs spores au gré du vent, les Phallaceae utilisent leur odeur mortelle comme principale stratégie de dissémination des spores. Les mouches, attirées par la senteur, se regroupent ainsi sur le mucus visqueux et propagent ensuite les spores ailleurs.

[12] Nidulariaceae est une autre espèce fongique aux stratégies de dissémination des spores des plus originales. Aussi appelé champignons nids d'oiseau — ce dernier possède un sporophore gastéroïde, signifiant que les spores se développent en interne. Cette appellation leur vient aussi du fait qu'ils ressemblent à de minuscules nids remplis d'œufs d'oiseaux, néanmoins les œufs sont ici des périodioles — organes formés d'un tissu glébal qui

contient les basides et les basidiospores entourés par une paroi. Sa dispersion de spores est aussi simple qu'innatendue : quand une goutte d'eau frappe le nid en plein centre, les parois sont de telle forme que les œufs-péridioles sont expulsés à bonne distance du nid.

Chaque péridiole possède un cordon gluant, en réalité un hyphe. Si ce jet filant rencontre une brindille dans son vol, il se met à pivoter autour et s'enroule autour pour rester accrocher. À partir de cet instant, les spores peuvent germer et, de là, se lancer dans un nouveau cycle de vie. Certains œufs ont parfois la chance de se faire manger par des cerfs affamés sur le chemin, ils sont alors transportés sur des kilomètres jusqu'à leur expulsion dans les déjections des cerfs où ils profiteront d'une bien meilleure dispersion sporique.

[13] Le cordyceps est l'un des champignons entomopathogènes les plus connus — c'est-à-dire qu'il infecte les insectes, dont il existerait plus de 600 espèces. Quand le cordyceps attaque un insecte, le mycélium du champignon envahit et remplace progressivement les tissus de l'hôte. Certaines espèces sont même capables de prendre le contrôle du parasité, le poussant à infecter d'autres insectes. Vont alors émerger du corps de l'animal de multiples &

visceuses protubérances fongiques qui libéreront une myriade de spores.

[14] Un autre espèce de champignon parasitaire n'est autre que le *Entomophthora muscae* qui infecte et tue principalement les mouches domestiques. Les mouches mourantes ont le corps criblé de champignons, rampent généralement dans des positions exposées et s'y fixent durablement. Le champignon éclate progressivement à travers l'exosquelette de l'insecte, produisant des masses compactes de spores blancs qui infecteront à leurs tours les mouches environnantes. Après la mort de l'insecte, le responsable s'extériorise en élaborant un halo mycélien externe autour du cadavre.

[15] Le plus ancien fossile terrestre n'est autre que le *Tortotubus* fungus, un champignon vieux de 440 millions d'années. Bien qu'il ne soit pas le plus ancien organisme ayant vécu sur Terre, il en représente la plus vieille trace fossilisée. à la période où cet organisme existait, la vie était presque entièrement limitée aux océans, il fait donc partie des initiateurs des premiers végétaux qui ont permis de coloniser la terre ferme.

[16] En 1859, le géologue Dawson découvre un fossile

long de plus de 2 mètres et de 91cm de large. Ce fossile champignon ressemble à s'y méprendre à un conifère, il est pourtant apparu dans la période Dévonienne — soit de 350 à 420 millions d'années, là où les conifères n'ont vu le jour que 100 millions d'années plus tard. Diverses hypothèses ont fleuri jusqu'à appeler ces derniers les Prototaxites : l'une des premières structures symbiotiques entre champignons et algues — aussi considéré comme l'un des organismes les plus grands de cette époque. Les Prototaxites ont en effet une anatomie interne ramifiée par des hyphes s'entremêlant tout comme les champignons, Marc-André Selosse les compare volontiers à des lichens géants qui ont permis l'apparition des premiers arbres.

RÉFÉRENCES

- 2016 Arthur H. Reginald
Researches on Fungi
- 2000 Marc-André Seloisse
La Symbiose : structures et fonctions, rôle écologique et évolutif
- 1999 Ian Tattersall
L'émergence de l'homme
- 1999 Jean Claude Ameisen
La sculpture du vivant
- 1970 François Jacob
Logique du Vivant
- 1970 Jacques Monod
Le Hasard et la Nécessité
- 1980 Stephen Jay Gould
Le pouce du panda : les grandes énigmes de l'évolution
- 1990 Edgard Morin
Introduction à la pensée complexe
- 1973 Edgard Morin
Le paradigme perdu
- 1982 Edgar Morin
Science avec conscience
- 1977 Edgard Morin
La Méthode
- 1970 Louis Pasteur
Écrits scientifiques et médicaux
- 1879 Louis Pasteur
Studies on Fermentation
- 1889 Bourquelot Emile
Les fermentations
- 1969 Watchtower Bible
L'homme est-il le produit de l'évolution ou de la création ?
- 2011 Jan Sapp
The Dynamics of Symbiosis : an Historical Overview
- 2019 Francis Martin
Sous la forêt: pour survivre il faut des alliés
- 2008 John Tyler Bonner
The Social Amœbae: the Biology of Cellular Slime Molds
- 1990 B Mcneil & LM Harvey
Fermentation, a practical approach
- 1967 Hale, Mason E.
The biology of lichens
- 2022 Ashish Kothari & Ariel Salleh
Plurivers: un dictionnaire du post-développement
- 1990 Michel Serres
Le Contrat Naturel
- THÈSE/DOCTORAT
- 2020 Ophélie Queffurus,
Thèse doctorat
Phys(art)um : pour une approche artistique de la culture de physarum polycephalum
- 2006 Emmanuel Molinet
L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques
- 1993 Mustapha Matoub,
Thèse doctorat
La Symbiose termite-champignon chez *Macrotermes bellicosus* : rôle des enzymes acquises dans la xylanolyse
- 2019 Laure Schn
Ecologie et biologie reproductive de la Truffe noire
- 2019 Natalia Piórecka
Thesis
MYCOsella - Growing the Mycelium Chair
- 2006 Boudreau Sonia
Une pratique artistique bio-sensible : de la dualité à la duplicité du rapport vivant/non-vivant
- BIBLIOGRAPHIE
- 2015 Anna Tsing
Le champignon de la fin du monde: sur la possibilité de vivre dans les ruines du capitalisme
- 1956 Romagnesi Henri
Nouvel atlas des Champignons, Vol.1,2,3,4
- 2005 Paul Stamets
Mycelium running : How mushrooms can help save the world
- 1998 Lynn Margulis
Symbiotic planet : A new look at evolution
- 1981 Lynn Margulis
Symbiosis in Cell Evolution
- 1997 Lynn Margulis
Microcosmos: 4 billion year of microbial evolution
- 2008 Donna J. Haraway
When Species Meet
- 2003 Donna J. Haraway
Manifeste des espèces compagnes
- 1765 Gottfried Leibniz
Nouveaux Essais sur l'Entendement Humain
- 1859 Charles Darwin
L'origine des espèces
- 2021 Esthelle Zhong Mengual
Apprendre à voir : le point de vue du vivant
- 1884 Friedrich Engels
L'Origine de la famille, de la propriété privée et de l'État

	SITOGRAPHIE	16	Emmanuel Molinet, OpenEdition	31	Antoni Gandia Flexible Fungal Materials: Shaping the Future
01	Jan Sapp, Scott F. Gilbert & Alfred I. Tauber		L'hybridation : un proces- sus décisif dans le champ des arts plastiques	32	Ninela Ivanova The Human-Mould-Fashion Relationship: fungi appli- cations for future design scenarios in fashion and textiles fabrication
	A Symbiotic View of Life: We Have Never Been Individuals	17	Carole Blumenfeld & Gazette Druot		
02	Charlotte Brives		Michel Blazy, la saveur de l'éphémère	33	Rachel Koch Tying up loose threads: revised taxonomy and phylogeny of an avian-dis- persed Neotropical rhizo- morph-forming fungus
03	Pluribiose, Vivre avec les virus	18	Index.design		
	Léon Trotsky		À la découverte des écoma- tériaux: le mycélium		
04	Introduction à la dialecti- que de la nature	19	Ruggiero Romano, NormalSup		
	Olivier Perru		Organique / Inorganique		
05	Aux origines des recher- ches sur la symbiose vers 1868-1883	20	Jason Daley		
	Zoom-nature		This Humongous fungus is as massive as three blue whales		
06	Une symbiose hors-norme	21	Centre national de la recherche scientifique	34	Centre Pompidou La Fabrique du vivant, [Mutations/Créations 3]
	Géosciences IFE		Le blob, la cellule qui apprend	35	ISEA 2023 Symposium international Sorbonne ArtGallery
07	Rhynie, la première communauté végétale	22	Anaïs Moisy & Larissa Pschetz, Rtd		Nous sommes lichen, Pascale Gonda Gonzalez
	Pauline Agator		Designing with Living Organisms	36	Fondation Fimincio, Romainville Symbiosium Cosmogonies Spéculatives
08	Paradigme mycélaire et pouvoir messianique des champignons : une épisté- mologie de crise	23	Jacques Guinber- teau, Encyclopedie universalis	37	Lia Giraud Cultures, Installation algægraphique
	Delphine Corteel		Champignons		
09	Entretien - Des fripes, des restes et des champi- gnons : de l'irré récupérable en toute chose et de quoi en faire dans un monde fini	24	Francis Martin & Christelle Guibert, Ouest france		
	Tony Basset & Caroline Laffont		Les champignons sont les meilleurs alliés des forêts		
10	Les contaminations fongiques, [Pest control on museum objects using heat-treatment]	25	Le cœur au ventre Les produits fermentés, c'est l'avenir		
	Encyclopédie universalis	26	Olga Potot	38	Emile De Visscher Pétrifications
11	Parasitisme et symbiose	27	Nous sommes tou.te.s des lichens	39	La manufacture d'idées À partir du vivant — Dialogue entre Vinciane Despret & Baptiste Morizot
	Derek J Skillings		Pascal Ide	40	Nicolas P. money Exploring the Mycoverse: The rise of Yeasts
	Holobiont. Are you and your microbes a commu- nity or a single entity?		Les organismes lichens, un partenariat réussi		
12	Jean-François Dortier		ARTICLES SCIENTIFIQUES		
	Lynn Margulis et l'évolu- tion des êtres complexes	28	Serena Camere		
13	Marc-André Selosse		Fabricating materials from living organisms: An emer- ging design practice		
	Au-delà de l'organisme, l'holobionte	29	Elvin Karana		
14	Charlie Cook, Recycling today		Alive and kicking: desi- gning with living materials		
15	Taming the Mold Monster	30	Yafetto L		
	Pierre-Marc de Biasi, Encyclopédie universalis		The structure of mycelial cords and rhizomorphs of fungi: A mini-review		
	Manuscripts, Le patrimoine écrit				

TABLE ICONOGRA PHIQUES

Fig 001 Photographie de la formation du réseau ramifié et extensif mycelium sous terre.

Fig 002 Mycelium colonisant une boîte de pétri, propagation de réseaux d'hyphes important.

Fig 003 Zoom de germes émergeant de spores mycéliens.

Fig 004 Ramification d'hyphes sur le bord d'une surface en agar.

Fig 005 (x 85 000) Zoom d'un protoplaste de *Collemata cristatum*, détails de corps concentrique enserrés d'hyphes.

Fig 006 Avant, *Buellia stillingiana* dans un substrat agar.

Fig 007 Après, Colonie de la *Buellia* sous forme d'hyphes côtelées.

Fig 008 Embranchements d'un *Agrocybe gibberosa* colonisant un carton humide.

Fig 009 Phénomène d'agrégation dans une moisissure *Dictyostelium discoideum*
Fig 010 Haut, scan amplifié d'un flux mycélien. Bas, scan amplifié d'une agrégation terminée.

Fig 011 Mycelium migrant le long d'une surface en carton. Les bords de la colonie mycélienne se déploie de haut en bas.

Fig 012 Un embranchement d'hyphes formant progressivement du mycelium sur une paroi en verre de microscope. Deux types d'hyphes peuvent être ici observées.

Fig 013 Anastomose entre des hyphes dans une culture de moisissure.

Fig 014 Filaments de mycelium.

Fig 015 Champignon cultivé

Fig 016 *Agaricus bisporus*.

Fig [B] Scan microscope

Fig 017 électronique de la surface d'une lamelle baside montrant la

Fig 018 croissance des spores.

Fig [C] Zoom microscope

Fig 019 du fruit de deux spores basides.

[D] Impression du

Fig 020 sporophore en déposant le capuchon du mycète face

Fig 021 vers le bas sur une surface.

Fig 022 Observations microscopiques du mycelium d'un

Fig 023 *Basidiobolus ranarum*.

[B] Grossissement

Fig 024 montrant les hyphes.

Fig 025 Dessous du sporophore

Fig 026 d'un *Polyporus squamosus* presque à maturité, montrant les pores des tubes

Fig 027 hyméniaux.

Fig 028 Dessus du sporophore

Fig 029 d'un *Polyporus squamosus* presque à maturité, capuchon couvert d'écailles

Fig 030 marron.

Fig 031 Sporophore d'un *Polyporus squamosus* développé dans un rondin de bois en

Fig 032 absence total de lumière, durant trois semaines.

Fig 033 *Marasmius oreades* —

Fig 034 Gauche, sporophore flétri à cause de sécheresse.

Fig 035 Droite, même sporophore réinséré en condition

Fig 036 humide après s'être flétri - de nouveau en capacité

Fig 037 de sporuler.

Fig 038 *Coprinus comatus*

Fig 039 Gauche, le sporospore a perdu les 3/4 de son

Fig 040 follicule mais disperse toujours des spores.

Fig 041 *Coprinus comatus*

Fig 042 Droite, avec 24h d'intervalle pour le même

Fig 043 sporospore, son follicule a pratiquement disparu et il n'est plus en capacité

Fig 044 d'émettre des spores.

Fig 045 Dépôts de spores d'un

Fig 046 *Marasmius oreades* sur papier pendant 20h.

Fig 047 Étapes du cycle de vie de

Fig 048 *Chytridiomycètes* au microscope électronique.

Fig 049 Structure externe d'un

Fig 050 *Chytridiomycète*.

Fig 051 Structure interne d'un

Fig 052 *Chytridiomycète*.

Fig 053 Observation au microscope

Fig 054 électronique de spores du *Phytophthora palmivora*.

Fig 055 Détails d'un spore au sein duquel se développe un court flagelle.

Fig 056 Détails d'un flagelle, apparence de fins poils.

Fig 057 Illustrations montrant les différents patterns d'agrégation et d'expansion via le *D. minutum*. Chaque étape considère une augmentation de la concentration d'amibes [de gauche à droite]. Dans certains cas [milieu] la souche centrale se désintègre.

Fig 058 Les moisissures se développent exclusivement en forme concentrique pour maximiser leur chance de nourriture.

Fig 059 Phase prématurée des spores du *Penicillium claviforme*, mycelium recouvrant progressivement la surface.

Fig 060 Développement en zones de synnema d'un *Penicillium claviforme*. Amas d'embranchements

Fig 024 *Coprinus comatus*

Fig 025 Gauche, le sporospore a perdu les 3/4 de son

Fig 026 follicule mais disperse toujours des spores.

Fig 027 *Coprinus comatus*

Fig 028 Droite, avec 24h d'intervalle pour le même

Fig 029 sporospore, son follicule a pratiquement disparu et il n'est plus en capacité

Fig 030 d'émettre des spores.

Fig 031 Dépôts de spores d'un

Fig 032 *Marasmius oreades* sur papier pendant 20h.

Fig 033 Étapes du cycle de vie de

Fig 034 *Chytridiomycètes* au microscope électronique.

Fig 035 Structure externe d'un

Fig 036 *Chytridiomycète*.

Fig 037 Observation au microscope

Fig 038 électronique de spores du *Phytophthora palmivora*.

Fig 039 Détails d'un spore au sein duquel se développe un

Fig 040 court flagelle.

Fig 041 Détails d'un flagelle,

Fig 042 apparence de fins poils.

Fig 043 Illustrations montrant les

Fig 044 différents patterns d'agrégation et d'expansion via le

Fig 045 *D. minutum*. Chaque étape considère une augmentation

Fig 046 de la concentration d'amibes [de gauche à

Fig 047 droite]. Dans certains cas [milieu] la souche centrale

Fig 048 se désintègre.

Fig 049 Les moisissures se développent

Fig 050 exclusivement en forme concentrique pour maximiser leur

Fig 051 chance de nourriture.

Fig 052 Phase prématurée des

Fig 053 spores du *Penicillium claviforme*, mycelium

Fig 054 recouvrant progressivement la surface.

Fig 055 Développement en

Fig 056 zones de synnema d'un *Penicillium claviforme*.

Fig 057 Amas d'embranchements

Fig 058

Fig 059

Fig 060

Fig 061

Fig 062

Fig 063

Fig 064

Fig 065

Fig 066

Fig 067

Fig 068

Fig 069

Fig 070

Fig 071

Fig 072

Fig 073

Fig 074

Fig 075

Fig 076

Fig 077

Fig 078

Fig 079

Fig 080

Fig 081

	d'hyphes alignés parallèlement aux autres.	Fig 055	Planche illustrative des mycètes d'Ernst Haeckel (1834-1919).		Évolution successive du développement d'une souche d' <i>Aspergillus niger</i> en boîte de pétri
Fig 035	Étapes de développement de la moisissure <i>Dictyostelium discoideum</i> .	Fig 036	(x 0,9) Observations microscope, spécimen de lichens <i>Dimelaena oreina</i> , gauche. <i>Pseudevernia furfuracea</i> , droite.	Fig 072	Souche FI 275
037	Chaque photographie représente un temps d'intervalle d'environ une heure et demi.	Fig 038	Chert de Rhynie, dépôt sédimentaire contenant des fossiles de l'époque Dévonienne. Notamment les premières symbioses algues-mycètes.	073	Souche FI 32/17
039		Fig 039	(x 0,9) Observations microscope de Mary Silk, spécimen de lichens & filaments de mycelium.	074	Souche FI s40
040		Fig 040	Planche de spécimens basidiomycètes sur des débris de bois avec leur sporophore apparent.	075	Souche FI 43/14
Fig 041	<i>Dictyostelium discoideum</i> dans une boîte de pétri, substrat agar. Dans l'ordre, phase d'agrégation (4), de migration (5), fructification (6), et le sporophore contre l'agar (7) permettant de montrer ses cellules et spores.	Fig 042	<i>Polyporus squamosus</i> , section d'une partie hyméniale du sporophore. Environ 2/3 taille normale.	076	Souche FI 81.
043		Fig 043	Comparaison d'une stèle maya progressivement recouverte de lichens. Gauche, avant recouvrement. Droite, après recouvrement.	Fig 077	Numérisation du rapport de collection de microfiches (1995) de l'Institut Canadien de Microreproductions Historiques.
044		Fig 044	Groupe parasite d'amibes d' <i>Acrasis rosea</i> se nourrissant d'une levure <i>Rhodotorula</i> sp.	Fig 078	Numérisation du rapport du Symposium (1968) International Fermentation.
045		Fig 045	Observations microscopiques des spores d'une moisissure et de son développement, premièrement la phase d'agrégation, puis de dispersion des spores.	Fig 079	Préparation de Kimchi en bocal, mets traditionnel coréen composé de piments et de légumes lacto-fermentés.
046		Fig 046	Scan au microscope de la structure filamenteuse de l' <i>Aspergillus niger</i> .	Fig 080	Bouteilles de ShaoXing, préparation fermenté de riz chinois.
047		Fig 047	Développement de l' <i>A. niger</i> dans une boîte de pétri.	Fig 081	Bouteille traditionnelle de sake japonaise.
Fig 048	Fusion de deux sporophores de <i>P. polli-dium</i> se rejoignant sur une matière organique, ici du charbon.	Fig 048	Rencontre, agrégation et fusion de plasmodium de deux moisissures.	Fig 082	Racine d'une plante de soja montrant le développement des nodosités.
Fig 049	Étapes successives d'évolution de fructification d'une moisissure <i>D. polycephalum</i> .	Fig 049	Scan d'images microscopiques de cellules de moisissures à différentes étapes de culture. Haut, jour 1 - milieu, jour 3 - bas, jour 5.	Fig 083	Plante de soja à maturité d'un bon type.
Fig 050		Fig 050	[A] Vue schématique du tissu de lichen, dans lequel sont englobées les cellules lichéniques. [B] Pré-symbiose entre les cellules de lichen et les hyphes du mycelium. [C] Post-symbiose et formation du réseau ramifié du mycelium autour des cellules d'un lichen. [D] Entremêlement final entre les hyphes autour des cellules.	Fig 084	Aperçu du projet [Exercices de zine], Diplôme Dnmade 2023, casiers en bois 70x70cm.
Fig 051		Fig 051	Observations microscopiques des spores d'une moisissure et de son développement, premièrement la phase d'agrégation, puis de dispersion des spores.	Fig 085	Échantillons de chemigrammes, cyanotypes, rayogrammes à base de moisissures, projet [Exercices de zine], Diplôme Dnmade 2023.
Fig 052		Fig 052	Scan au microscope de la structure filamenteuse de l' <i>Aspergillus niger</i> .	Fig 086	Graphzine [ChairPassageAir], leporello, couverture en peau d'orange.
Fig 053		Fig 053	Développement de l' <i>A. niger</i> dans une boîte de pétri.	Fig 087	Détails du graphzine [ChairPassageAir], leporello, couverture en peau d'orange
Fig 054	Planche illustrative des lichens d'Ernst Haeckel (1834-1919).	Fig 054	Développement de l' <i>A. niger</i> dans une boîte de pétri.	Fig 088	Détails du graphzine [ChairPassageAir], leporello, couverture en peau d'orange

- Fig 089 Graphzine [Des miettes dans mon tapis], tapis de lichens recto. 102 de fromage Gruyère. Fig 103 Planche de variétés de fromages. 114 le parasite Beauveria bassiana.
- Fig 090 Graphzine [Des miettes dans mon tapis], tapis de lichens verso. Fig 104 Plants de raisins pourries par l'action de la moisissure P. infestans. Fig 115 Développement de deux cellules du P. polycephalum en boîte de pétri.
- Fig 091 Graphzine [Substantifique moëlle], papier de soie, reliure d'archive et perforations. Fig 105 Scan au microscope électronique de levures. Haut, Saccharomyces cerevisiae, levure responsable de la quasi-totalité des fermentations alcooliques. Bas, Saccharomyces ludwigii, levure 'sauvage', parfois impliquée dans les fermentations viticoles. Fig 116 Observation au microscope, zoom sur la fusion de plasmodes au sein du myxomycete Physarum polycephalum.
- Fig 092 Double-page graphzine [Substantifique moëlle], papier de soie, reliure d'archive et perforations. Fig 117 Photographie d'un P. polycephalum en pleine croissance.
- Fig 093 Champs de soja Mandarin à maturité, cultivé dans une ferme expérimentale à Ottawa - Ontario. Fig 106 Grappes de tomates pourries par l'action de la moisissure P. infestans. Un phénomène courant dans les jardins du Nord-est des états-unis. Fig 118 Comparaison des réseaux créés par le p. polycephalum à un système existant de réseau ferroviaire japonais.
- Différents processus de fermentations viticoles et de bière. Fig 119 Micro-plasmodes scannés au microscope.
- Fig 094 [A] Fermentation viticole dans des fûts ; échantillons. Fig 095 [B] Fermentation viticole dans des barils ouverts, des récipients en cuivre transportent et réchauffent le moût - le jus de raisin en attente de fermentation. Fig 096 [C] Fermentation traditionnelle de bière britannique dans des barils ouverts, un conduit d'aspiration sert à enlever l'excès de mousse produits par les levures. Fig 120 Micro-sclérotés, un amas de nombreuses sphérules.
- Processus de cultures fongiques Fig 121 Observations photos successives d'une racine de plante prises à intervalle régulière. Fig 122 Après cuisson, résultat d'un pain à la mie nettement alvéolée. Fig 123 Tâtonnement progressive du sol. Fig 124 Réitération de l'expérience encoupant préalablement l'extrémité de la racine : développement plus rapide et linéaire, la racine possède une intelligence d'adaptabilité.
- Fig 097 [A] Préparation de compost pour le développement d'Agaricus bisporus. Fig 125 Avant, rencontres en deux plasmodes de P. polycephalum et début de fusion cellulaire. Fig 126 Ouvrage Paul Richards [Bakers' bread], 1906. Fig 127 Ouvrage Gibson [n° 1 Daily bread], 1908. Fig 128 Après, fusion réussie entre les deux plasmodes qui partagent maintenant le même matériel génétique.
- Fig 098 [B] Début de fructifications du champignons Fig 129 Avant, rencontres en deux plasmodes de P. polycephalum et début de fusion cellulaire. Fig 130 Après, fusion réussie entre les deux plasmodes qui partagent maintenant le même matériel génétique.
- Fig 099 [C] Fructification de Shiitake, Lentinus edodes, sur des troncs d'arbres. Fig 111 Papillon, enserré à la branche d'un arbre par le mycelium fongique d'un Cordyceps perithecia, s'étendant sur sa face dorsale. Fig 112 Cordyceps stroma émergeant de l'enveloppe de l'insecte Coleopteran larva pour former une tige fertile. Fig 131 [Scan UV] montrant l'entrelacement symbiotique entre mycélium et racine Fig 132 au sein du mycorhyze Voyria tenella. Taux
- Fig 100 [D] Disposition horizontale des bûches d'arbres dans une clairière forestière. Fig 113 Membrane de la tige d'une plante A. Panicum infectée par un endophyte Balansia henninsiana. Fig 133 Cocoa weevil infecté par

	de tissus fongiques et végétaux. Haut, taux de tissus racinaires. Bas, taux de tissus mycéliens.	vivant], impression 3D et toiles d'araignées.	de mycelium, 2016.
Fig 133	[Scan UV] Superposition totale des masses de tissus fongiques et végétaux au sein du mycorhize <i>Voyria tennelae</i> .	Fig 145 Giuseppe Penone, Répéter la forêt, 1969-1997.	Fig 158 Studio Klarenbeek & Dros, projet [Mycelium chair], impression 3D de mycélium vivant à base de reichi, mélange d'eau, de paille en poudre et de sciure.
Fig 134	[Scan UV] Montre l'entrelacement symbiotique entre mycélium et racine au sein du mycorhize <i>Voyria corymbosa</i> . Taux de tissus fongiques et végétaux. Gauche, taux de tissus mycéliens. Droite, taux de tissus racinaires.	Fig 147 Edward Steichen, delphiniums hybridés, 1936.	Fig 159 Studio Klarenbeek & Dros, projet [Mycelium chair], impression 3D de mycélium vivant à base de reichi, mélange d'eau, de paille en poudre et de sciure.
Fig 135	[Scan UV] Montre l'entrelacement symbiotique entre mycélium et racine au sein du mycorhize <i>Voyria corymbosa</i> . Taux de tissus fongiques et végétaux. Gauche, taux de tissus mycéliens. Droite, taux de tissus racinaires.	Fig 148 George Gessert et ses pétales de fleurs transgéniques, 1970.	Fig 160 Lia Giraud, projet [Cultures], procédé photosynthèse à base de microalgues appelé Algaographie, 2011-2021
Fig 136	[Scan UV d'un mycorhize] Vue de dessus.	Fig 149 Double page de la monographie Michel Blazy, réalisé par André Baldinger, 2015.	Fig 161 Lia Giraud, projet [Dialogical dreaming], procédé photosynthèse à base de microalgues appelé Algaographie, 2017.
Fig 137	[Scan UV d'un mycorhize] Le champignon recouvre l'extrémité des radicelles de l'arbre d'un épais manteau.	Fig 150 Dispositif de création de couverture de la monographie Michel Blazy, mucus d'escargot sur papier, réalisé par André Baldinger, 2015.	Fig 162 Annie Thibault, détails d'une culture de pleurotes de l'exposition [La Chambre des Cultures, Déviance et Survivance], 2015.
Fig 138	Photographie des termites du genre [termites macrotermitinae].	Fig 151 Monographie Michel Blazy, réalisé par André Baldinger, 2015.	Fig 163 Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], <i>Pseudevernia furfuracea</i> , structure fruticuleuse, 145x102cm, collecté en août 2000.
Fig 139	Photographie de Mycètes du genre [termitomyces].	Fig 152 Michel blazy, [Bar à orange], à base de d'oranges, 2012.	Fig 164 Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], <i>Hypogymnia physodes</i> , structure foliacée, 141x102cm, collecté en juillet 1998.
Fig 140	Vue de face du calamar hawaïen [Euprymna scolopes].	Fig 153 Michel blazy, [Mur de poils de carottes], à base de purée de carottes pourissant progressive-ment, 2000.	Fig 165 Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], <i>Lobaria pulmonaria</i> , structure foliacée 141x102cm, collecté en août 1999.
Fig 141	Vue de dessous du calamar hawaïen [Euprymna scolopes] et son attribut luminescent, obtenu par symbiose avec une bactérie particulière.	Fig 154 Michel blazy, [Bouquet Final], à base de savon mousseux, 2012.	Fig 166 Pascale GadonGonzalez, Exposition [Nous sommes lichen], <i>Cladonia coccifera</i> ,
Fig 142	Scénographie de l'exposition [La fabrique du vivant] au Centre pompidou	Fig 155 Michel blazy, [Patman 2], sculpture composée de nouilles de soja colorées avec du colorant alimentaire jaune. 2007.	
Fig 143	Claudia Pasquero, zoom sur le projet [Xenoderma] exposé durant [La fabrique du vivant], impression 3D et toiles d'araignées.	Fig 156 Aniela Hoytink, échantillons de mycelium-textile permettant la confection de la robe [MycTeX], 2016.	
Fig 144	Claudia Pasquero, projet [Xenoderma] exposé durant [La fabrique du	Fig 157 Aniela Hoytink, projet [MycTeX], robes à base	

structure squamuleuse,
151x102cm, collecté en
septembre 1998.

Fig Pascale GadonGonzalez,
167 Exposition [Nous sommes
lichen], *Anaptychia*
crinalis, structure foliacée,
151x102cm, collecté en
mars 2007.

Fig Pascale GadonGonzalez,
168 Exposition [Nous sommes
lichen], *Xanthoria*
parietina, structure
foliacée, 151x102cm, collec-
té en mars 2007.

Fig Pascale GadonGonzalez,
169 Exposition [Nous sommes
lichen], *Anaptychia ciliaris*,
structure crustacée,
151x102cm, collecté en
mars 2007.

Fig Pascale GadonGonzalez,
170 Exposition [Nous sommes
lichen], *Parmelia acetabu-
lum*, structure foliacée,
151x102cm, collecté en
avril 2007.

TABLE ICONOGRAPHIQUES DU GLOSSAIRE D'ESPÈCES FONGIQUES

[001] <i>Amanita citrina</i>	[045] <i>Laccaria amethystina</i>	[089] <i>Russula xerampelina</i>
[002] <i>Amanita excelsa</i>	[046] <i>Lactarius deterrimus</i>	[090] <i>Rutstroemia bolaris</i>
[003] <i>Amanita fulva</i>	[047] <i>Leccinum aurantiacum</i>	[091] <i>Sarcoscypha coccinea</i>
[004] <i>Amanita gemmata</i>	[048] <i>Lenzites betulina</i>	[092] <i>Sarcoscypha jurana</i>
[005] <i>Amanita ovoidea</i>	[049] <i>Lepiota lilacea</i>	[093] <i>Sarcosoma globosum</i>
[006] <i>Amanita pantherina</i>	[050] <i>Leucopaxillus giganteus</i>	[094] <i>Schizophyllum commune</i>
[007] <i>Amanita phalloïdes</i>	[051] <i>Lyophyllum connatum</i>	[095] <i>Schizophyllum commune</i> ²
[008] <i>Amanita verna</i>	[052] <i>Meripilus giganteus</i>	[096] <i>Schizophyllum commune</i> ³
[009] <i>Amanita rubescens</i>	[053] <i>Morchella esculenta</i>	[097] <i>Scorias spongiosa</i>
[010] <i>Amanita tue mouche</i>	[054] <i>Neoboletus xanthopus</i>	[098] <i>Scutellinia crinita</i>
[011] <i>Amanita virosa</i>	[055] <i>Omphalotus olearius</i>	[099] <i>Sparassis crispa</i>
[012] <i>Amanita vaginata</i>	[056] <i>Panaeolina foenicisii</i>	[100] <i>Sphaerobolus stellatus</i>
[013] <i>Armillaria ostoyae</i>	[057] <i>Panaeolus semioivatus</i>	[101] <i>Stemonitis splendens</i>
[014] <i>Armillaria tabescens</i>	[058] <i>Panellus stipticus</i>	[102] <i>Stereum insignitum</i>
[015] <i>Aserœ rubra</i>	[059] <i>Phallales</i>	[103] <i>Strobilomyces strobilace</i>
[016] <i>Austroboletus lacunosus</i>	[060] <i>Phallus multicolor</i>	[104] <i>Strobilurus esculentus</i>
[017] <i>Boletus aereus</i>	[061] <i>Phellinus igniarius</i>	[105] <i>Stropharia aeruginosa</i>
[018] <i>Boletus aereus</i> ²	[062] <i>Pholiotina rugosa</i>	[106] <i>Suillus bovinus</i>
[019] <i>Boletellus emodensis</i>	[063] <i>Physarum album</i>	[107] <i>Suillus flavidus</i>
[020] <i>Ceratiomyxa fruticulosa</i>	[064] <i>Physarum alpestre</i>	[108] <i>Suillus lakei</i>
[021] <i>Ceratiomyxa morchella</i>	[065] <i>Physarum cinereum</i>	[109] <i>Terana caerulea</i>
[022] <i>Chlorophyllum rhacodes</i>	[066] <i>Physarum genus</i>	[110] <i>Tetrapyrgos nigripes</i>
[023] <i>Clathrus archeri</i>	[067] <i>Physarum leucopus</i>	[111] <i>Thelephora penicillata</i>
[024] <i>Clathrus ruber</i>	[068] <i>Physarum oblatum</i>	[112] <i>Trametes hirsuta</i>
[025] <i>Clavaria zollingeri</i>	[069] <i>Physarum psittacinum</i>	[113] <i>Trametes ochracea</i>
[026] <i>Clitocybe nebularis</i>	[070] <i>Physarum sulphureum</i>	[114] <i>Tremella foliacea</i>
[027] <i>Clitocybe odora</i>	[071] <i>Physarum viride</i>	[115] <i>Tricholoma bresadolanu</i>
[028] <i>Collus Pussilus</i>	[072] <i>Pilobolus crystallinus</i>	[116] <i>Tricholoma bufonium</i>
[029] <i>Craterellus cornucopiode</i>	[073] <i>Pluteus americanus</i>	[117] <i>Tricholoma colossus</i>
[030] <i>Cyptotrama asprata</i>	[074] <i>Polyporus umbellatus</i>	[118] <i>Tricholoma sciodes</i>
[031] <i>Cyttaria hariotti</i>	[075] <i>Polyporus umbellatus</i> ²	[119] <i>Tubaria dispersa</i>
[032] <i>Deconica coprophila</i>	[076] <i>Pseudocolus fusiformis</i>	[120] <i>Tuber borchii</i>
[033] <i>Entoloma hochstetteri</i>	[077] <i>Pseudohydnum gelatino</i>	[121] <i>Tuber melanosporum</i>
[034] <i>Galerina marginata</i>	[078] <i>Pycnoporus cinnabaris</i>	[122] <i>Volvariella gloiocephala</i>
[035] <i>Galerina marginata</i> ²	[079] <i>Ramaria largentii</i>	[123] <i>Xerocomellus cisalpinus</i>
[036] <i>Gomphus clavatus</i>	[080] <i>Reticularia lycoperdon</i>	[124] <i>Xerula pudens</i>
[037] <i>Gymnopilus junonius</i>	[081] <i>Rhodotus palmatus</i>	[125] <i>Xerula radicata</i>
[038] <i>Gyrodontium sacchari</i>	[082] <i>Rhodotus palmatus</i> ²	[126] <i>Xylaria polymorphia</i>
[039] <i>Hohenbuehelia petalode</i>	[083] <i>Rhodotus palmatus</i> ³	[127] <i>Xylaria specie</i>
[040] <i>Hydnellum peckii</i>	[084] <i>Russula nigricans</i>	[128] <i>Yellow stemonitis</i>
[041] <i>Hydnellum peckii</i> ²	[085] <i>Russula nobilis</i>	
[042] <i>Hydnellum peckii</i> ³	[086] <i>Russula solaris</i>	
[043] <i>Kuehneromyces mutabil</i>	[087] <i>Russula torulosa</i>	
[044] <i>Ileodictyon cibarium</i>	[088] <i>Russula virescens</i>	

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

[001] R/ Mycology	[045] R/ Mycology	[089] R/ Mycology
[002] R/ Mycology	[046] R/ Mycology	[090] R/ Mycology
[003] R/ Mycology	[047] Cogumelos.br	[091] R/ Mycology
[004] R/ Mycology	[048] R/ Mycology	[092] R/ Mycology
[005] R/ Mycology	[049] Cogumelos.br	[093] R/ Mycology
[006] R/ Mycology	[050] R/ Mycology	[094] R/ Mycology
[007] R/ Mycology	[051] R/ Mycology	[095] R/ Mycology
[008] R/ Mycology	[052] R/ Mycology	[096] R/ Mycology
[009] R/ Mycology	[053] R/ Mycology	[097] Cogumelos.br
[010] R/ Mycology	[054] R/ Mycology	[098] R/ Mycology
[011] R/ Mycology	[055] R/ Mycology	[099] R/ Mycology
[012] R/ Mycology	[056] R/ Mycology	[100] R/ Mycology
[013] R/ Mycology	[057] R/ Mycology	[101] R/ Mycology
[014] R/ Mycology	[058] R/ Mycology	[102] R/ Mycology
[015] Cogumelos.br	[059] Cogumelos.br	[103] R/ Mycology
[016] R/ Mycology	[060] R/ Mycology	[104] R/ Mycology
[017] R/ Mycology	[061] Cogumelos.br	[105] R/ Mycology
[018] Cogumelos.br	[062] R/ Mycology	[106] R/ Mycology
[019] R/ Mycology	[063] Max Muller	[107] R/ Mycology
[020] Dinneli Soto	[064] R/ Mycology	[108] R/ Mycology
[021] R/ Mycology	[065] R/ Mycology	[109] R/ Mycology
[022] R/ Mycology	[066] Max Muller	[110] Cogumelos.br
[023] Cogumelos.br	[067] Max Muller	[111] R/ Mycology
[024] Cogumelos.br	[068] Max Muller	[112] R/ Mycology
[025] Cogumelos.br	[069] Max Muller	[113] R/ Mycology
[026] R/ Mycology	[070] Cogumelos.br	[114] R/ Mycology
[027] R/ Mycology	[071] Max Muller	[115] R/ Mycology
[028] R/ Mycology	[072] Cogumelos.br	[116] R/ Mycology
[029] R/ Mycology	[073] R/ Mycology	[117] R/ Mycology
[030] R/ Mycology	[074] R/ Mycology	[118] R/ Mycology
[031] R/ Mycology	[075] R/ Mycology	[119] R/ Mycology
[032] R/ Mycology	[076] Cogumelos.br	[120] R/ Mycology
[033] Cogumelos.br	[077] R/ Mycology	[121] R/ Mycology
[034] Cogumelos.br	[078] R/ Mycology	[122] R/ Mycology
[035] Dinneli Soto	[079] R/ Mycology	[123] R/ Mycology
[036] R/ Mycology	[080] R/ Mycology	[124] R/ Mycology
[037] Dinneli Soto	[081] R/ Mycology	[125] R/ Mycology
[038] R/ Mycology	[082] R/ Mycology	[126] Cogumelos.br
[039] R/ Mycology	[083] R/ Mycology	[127] Max Muller
[040] R/ Mycology	[084] R/ Mycology	[128] Max Muller
[041] R/ Mycology	[085] R/ Mycology	
[042] Mary Silk	[086] R/ Mycology	
[043] R/ Mycology	[087] R/ Mycology	
[044] R/ Mycology	[088] R/ Mycology	

DU MYCELIUM AUX
PRATIQUES SYMBIOTIQUES

À L'AUBE DE NOUVEAUX PARADIGMES

MÉMOIRE DE RECHERCHE
ENSAD — SESSION [2022-2023]

SOUS LA DIRECTION DE
PATRICK RENAUD

GRAPHISME / FAÇONNAGE
ALEC VIVIER-REYNAUD

RELECTURE
ELISABETH CHOIRAL

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES
MAX MULLER, DINELLY SOTO,
MARY SILK, R/ MYCOLOGY,
COGUMELOS.BR

ACHEVÉ D'IMPRIMER
EN MAI 2023 SUR LES PRESSES
DES ARTS DÉCORATIFS
DE PARIS

IMPRIMÉ SUR COLORPLAN
CHARTREUSE 175G/M², EBONY
BLACK 120G/M² & MUNKEN
LYNX 90G/M²

OUVRAGE COMPOSÉ EN
[CENTURY OLD STYLE] DE
MORRIS FULLER BENTON,
[GARAMOND D/T] DE PAUL
TUBERT, [MALAMOCCO] DE
TYPEFOUNDRY FORMAGARI

Ce mémoire est dédié à ma grand-mère [Elisabeth Choral], qui a su attiser cette fascination première pour les champignons et sans qui ce mémoire n'aurait probablement jamais vu le jour. Je suis particulièrement reconnaissant à mon directeur de mémoire [Patrick Renaud] pour son suivi, ses connaissances en biologie et les précieux conseils qu'il m'a procuré. [Roxanne Jubert] pour nos échanges stimulants sur les organismes vivants. Mes remerciements vont aussi à mes ami.es proches, à savoir Héloïse Blume, Emeline Martin, Adèle Migeat, Pauline Ayoudj, Ayline Le Sourd, Margaux Dubois, Ryan Cracco, Elyna Degeetere. Merci à toutes ces personnes qui ont consacré de leur temps lors d'échanges, notamment à la biologiste Helena Cruz de Carvalho [pour notre échange passionnant sur les symbioses du vivant], Pascale Gadon Gonzalez [sur sa pratique symbiotique], Mary Silk [sur la question des symbioses, notamment lichéniques]... Mais aussi le forum de discussion reddit [/mycology] et les mycologues amateurs qui s'attachent chaque jour à me faire découvrir toute la diversité fongique.

SESSION
[2022-2023]

MÉMOIRE DE
RECHERCHE



ENSAD,
MÉMOIRE
SECTION DESIGN
GRAPHIQUE
SOUS LA
DIRECTION DE
PATRICK RENAUD