



HAL
open science

Apports historiques des mycologues à la connaissance de la taxinomie de la mycoflore

Chloé Lefebvre

► **To cite this version:**

Chloé Lefebvre. Apports historiques des mycologues à la connaissance de la taxinomie de la mycoflore. Sciences pharmaceutiques. 2023. hal-04517023

HAL Id: hal-04517023

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04517023>

Submitted on 22 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

**BIBLIOTHÈQUES
UNIVERSITAIRES**

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact bibliothèque : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr
(Cette adresse ne permet pas de contacter les auteurs)

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



FACULTÉ
DE PHARMACIE

UNIVERSITE DE LORRAINE
2023

FACULTE DE PHARMACIE

THESE

Présentée et soutenue publiquement

le 08 mars 2023, sur un sujet dédié à :

APPORTS HISTORIQUES DES MYCOLOGUES A LA
CONNAISSANCE DE LA TAXINOMIE DE LA MYCOFLORE

pour obtenir

le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

par Chloé LEFEBVRE

né(e) le 26 novembre 1995

Membres du Jury

Président et Co-Directeur : M. Julien PERRIN, Maître de Conférences PH – HDR

Directeur : M. Jean-Paul MAURICE, Pharmacien, Mycologue,

Conseiller régional du patrimoine naturel du Grand-Est

Juges : M. Marc BUEE, Directeur de recherche à l'INRAE

M. Julien GRAVOULET, Pharmacien, Enseignant-chercheur, Membre de l'AMYPHAR

Mme FRIEDRICH Barbara, Pharmacienne, Présidente de l'AMYPHAR

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année universitaire 2021-2022

DOYEN

Raphaël DUVAL

Vice-Doyen

Julien PERRIN

Directrice des études

Marie SOCHA

Conseil de la Pédagogie

Président, Luc FERRARI

Vice-Présidente - vacant

Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier

Présidente, Béatrice DEMORE

Commission Prospective Facultaire

Président, Igor CLAROT

Vice-Président, Raphaël DUVAL

Commission de la Recherche

Présidente, Caroline GAUCHER

Chargés de Mission

Communication

Aline BONTEMPS

Innovation pédagogique

Alexandrine LAMBERT

Référente ADE

Virginie PICHON

Référente dotation sur projet (DSP)

Marie-Paule SAUDER

Référent vie associative

Arnaud PALLOTTA

Responsabilités

Filière Officine

Caroline PERRIN-SARRADO

Filière Industrie

Julien GRAVOULET

Isabelle LARTAUD,

Filière Hôpital

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Béatrice DEMORE

Pharma Plus ENSIC

Marie SOCHA

Pharma Plus ENSAIA

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Pharma Plus ENSGSI

Xavier BELLANGER

Cellule de Formation Continue et Individuelle

Igor CLAROT

Commission d'agrément des maîtres de stage

Luc FERRARI

ERASMUS

François DUPUIS

Mihayl VARBANOV

DOYENS HONORAIRES

Chantal FINANCE

Francine PAULUS

Claude VIGNERON

PROFESSEURS EMERITES

Pierre LEROY

Philippe MAINCENT

Claude VIGNERON

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Claude BLOCK
Pierre DIXNEUF
Chantal FINANCE
Marie-Madeleine GALTEAU
Thérèse GIRARD
Pierre LABRUDE
Vincent LOPPINET
Patricik MENU
Alain NICOLAS
Janine SCHWARTZBROD
Louis SCHWARTZBROD

ASSISTANTS HONORAIRES

Marie-Catherine BERTHE
Annie PAVIS

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

Monique ALBERT
Marianne BEAUD
François BONNEAUX
Gérald CATAU
Jean-Claude CHEVIN
Jocelyne COLLOMB
Bernard DANGIEN
Dominique DECOLIN
Marie-Claude FUZELLIER
Françoise HINZELIN
Marie-Hélène LIVERTOUX
Bernard MIGNOT
Blandine MOREAU
Dominique NOTTER
Francine PAULUS
Christine PERDICAKIS
Marie-France POCHON
Anne ROVEL
Gabriel TROCKLE
Maria WELLMAN-ROUSSEAU
Colette ZINUTTI

ENSEIGNANTS*Section CNU ***Discipline d'enseignement***PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ	82	<i>Thérapie cellulaire</i>
Béatrice DEMORE	81	<i>Pharmacie clinique</i>
Alexandre HARLE	82	<i>Biologie cellulaire oncologique</i>
Jean-Louis MERLIN	82	<i>Biologie cellulaire</i>
Jean-Michel SIMON	81	<i>Economie de la santé, Législation pharmaceutique</i>
Nathalie THILLY	81	<i>Santé publique et Epidémiologie</i>

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Ariane BOUDIER	85	<i>Chimie Physique</i>
Christine CAPDEVILLE-ATKINSON	86	<i>Pharmacologie</i>
Igor CLAROT	85	<i>Chimie analytique</i>
Joël DUCOURNEAU	85	<i>Biophysique, Acoustique, Audioprothèse</i>
Raphaël DUVAL	87	<i>Microbiologie clinique</i>
Béatrice FAIVRE	87	<i>Hématologie, Biologie cellulaire</i>
Luc FERRARI	86	<i>Toxicologie</i>
Pascale FRIANT-MICHEL	85	<i>Mathématiques, Physique</i>
Christophe GANTZER	87	<i>Microbiologie</i>
Frédéric JORAND	87	<i>Eau, Santé, Environnement</i>
Isabelle LARTAUD	86	<i>Pharmacologie</i>
Dominique LAURAIN-MATTAR	86	<i>Pharmacognosie</i>
Brigitte LEININGER-MULLER	87	<i>Biochimie</i>
Jean-Bernard REGNOUF de VAINS	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Anne SAPIN-MINET	85	<i>Pharmacie galénique</i>
Bertrand RIHN	87	<i>Biochimie, Biologie moléculaire</i>

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

Caroline LAROYE	82	<i>Biothérapie</i>
Julien PERRIN	82	<i>Hématologie biologique</i>
Loïc REPPPEL	82	<i>Biothérapie</i>
Marie SOCHA	81	<i>Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique</i>

MAITRES DE CONFÉRENCES

Xavier BELLANGER ^H	87	<i>Parasitologie, Mycologie médicale</i>
Emmanuelle BENOIT ^H	86	<i>Communication et Santé</i>
Isabelle BERTRAND ^H	87	<i>Microbiologie</i>
Michel BOISBRUN ^H	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Cédric BOURA ^H	86	<i>Physiologie</i>
Sandrine CAPIZZI	87	<i>Parasitologie</i>
Antoine CAROF	85	<i>Informatique</i>
Frédérique CHANGEY	87	<i>Microbiologie</i>
Sébastien DADE	85	<i>Bio-informatique</i>
Natacha DREUMONT ^H	87	<i>Biochimie générale, Biochimie clinique</i>
Florence DUMARCAÏ ^H	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
François DUPUIS ^H	86	<i>Pharmacologie</i>
Reine EL OMAR	86	<i>Physiologie</i>
Adil FAIZ	85	<i>Biophysique, Acoustique</i>
Anthony GANDIN	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Caroline GAUCHER ^H	86	<i>Chimie physique, Pharmacologie</i>
Stéphane GIBAUD ^H	86	<i>Pharmacie clinique</i>
Jérémy GOUYON	85	<i>Chimie analytique</i>
Thierry HUMBERT	86	<i>Chimie organique</i>
Olivier JOUBERT ^H	86	<i>Toxicologie, Sécurité sanitaire</i>

ENSEIGNANTS (suite)	Section CNU *	Discipline d'enseignement
Alexandrine LAMBERT	85	Informatique, Biostatistiques
Julie LEONHARD ^H	86/01	Droit en Santé
Balbine MAILLOU	85	Biophysique, Acoustique, Audioprothèse
Christophe MERLIN ^H	87	Microbiologie environnementale
Maxime MOURER ^H	86	Chimie organique
Coumba NDIAYE	86	Epidémiologie et Santé publique
Arnaud PALLOTTA	85	Bioanalyse du médicament
Marianne PARENT	85	Pharmacie galénique
Caroline PERRIN-SARRADO	86	Pharmacologie
Virginie PICHON	85	Biophysique
Sophie PINEL ^H	85	Informatique en Santé (e-santé)
Marie-Paule SAUDER	87	Mycologie, Botanique
Guillaume SAUTREY	85	Chimie analytique
Rosella SPINA	86	Pharmacognosie
Sabrina TOUCHET	86	Pharmacochimie
Mihayl VARBANOV	87	Immuno-Virologie
Marie-Noëlle VAULTIER ^H	87	Mycologie, Botanique
Emilie VELOT ^H	86	Physiologie-Physiopathologie humaines
Mohamed ZAIYOU ^H	87	Biochimie et Biologie moléculaire

PROFESSEUR ASSOCIE

Julien GRAVOULET	86	Pharmacie clinique
------------------	----	--------------------

MAITRE DE CONFÉRENCE ASSOCIE

Pauline GILSON	82	Biologie cellulaire oncologique
----------------	----	---------------------------------

PROFESSEUR AGREGE

Christophe COCHAUD	11	Anglais
--------------------	----	---------

□ Maître de conférences titulaire HDR

* *Disciplines du Conseil National des Universités :*

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

SERMENT DE GALIEN

En présence des Maitres de la Faculté, je fais le serment :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels ;

De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession ;

De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens ;

De coopérer avec les autres professionnels de santé.

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.

« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE
APPROBATION, NI IMPROBATION AUX
OPINIONS EMISES DANS LES THESES, CES
OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES
COMME PROPRES A LEUR AUTEUR ».

REMERCIEMENTS

A mon Président de jury, **M. Julien PERRIN**, je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse. Je vous suis reconnaissante pour la confiance que vous m'avez accordée en permettant la réalisation de celle-ci.

A mon directeur de thèse, **M. Jean-Paul MAURICE**, je tiens à vous remercier pour l'immense aide que vous m'avez apportée tout au long de ce travail. C'est grâce à votre implication, votre patience et le partage de vos connaissances inestimables que cette thèse a pu voir le jour.

A **M. Marc BUEE**, je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger cette thèse et vous remercie pour vos conseils et suggestions.

A **M. Julien GRAVOULET**, je vous remercie d'avoir accepté de juger cette thèse et de vous être rendu disponible pour sa soutenance.

A **Mme Barbara FRIEDRICH**, je vous remercie d'avoir rejoint les membres de ce jury ; merci pour le nouvel élan donné à cette thèse.

A **ma maman**, merci pour ton soutien indéfectible.

Aux **amies** que les années m'ont appris à chérir, merci.

A **mon soleil**, un incommensurable merci.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. DESCRIPTION DES FUNGI	3
1. DEFINITION ET PLACE DES CHAMPIGNONS DANS LE MONDE DU VIVANT	3
A. DEFINITION ET CARACTERISTIQUES	3
B. REGNE DES FUNGI	5
2. TAXINOMIE	6
A. REGLES DE TAXINOMIE	6
B. LA NOTION D'ESPECE	8
3. AVANCEES SCIENTIFIQUES AU SERVICE DE LA SYSTEMATIQUE	10
4. CLASSIFICATION « ACTUELLE »	16
II. PRESENTATION DES MYCOLOGUES	23
1. ANTIQUITE	23
A. HIPPOCRATE	24
B. PLINE L'ANCIEN	24
C. AVICENNE	25
D. ALBERT LE GRAND	26
2. XVI^{EME} SIECLE	27
A. MATTHIOLUS :	27
B. HADRIANUS	28
C. CLUSIUS	29
D. COLUMNA	30
3. XVII^E SIECLE	30
A. VAN STERBEECK	30
B. HOOKE	31
C. MICHELI	33
D. VAILLANT	34
E. DILLENIUS	36
F. WEINMANN	36
4. XVIII^E SIECLE	37
A. LINNAEUS :	37
B. SCHÄFFER	38
C. SCOPOLI	39
D. BOLTON	40
E. PAULET	41
F. BULLIARD	41
G. SOWERBY	42
H. SECRETAN	42
I. PERSOON	43
J. BATSCH	44
K. TRATTINICK	44
L. SCHWEINITZ	45
M. VON KROMBHOLZ	45
N. FRIES	46
O. GREVILLE	48
P. LEVEILLE	49
Q. LENZ	50
R. LES FRERES CROUAN	51
5. XIX^{EME} SIECLE	51
A. VITTADINI	51
B. BERKELEY & BROOME	52
C. GILLET	54

D.	CORDA	55
E.	TULASNE & TULASNE	57
F.	BARLA	58
G.	COOKE	59
H.	BOUDIER	59
I.	QUELET	61
J.	PECK	63
K.	SACCARDO	63
L.	BRESADOLA	65
M.	RICKEN	67
N.	PATOUILLARD	67
O.	BOURDOT & GALZIN	68
P.	MARSHALL	69
Q.	DANGEARD	71
R.	LANGE	71
S.	KONRAD & MAUBLANC	72
T.	MAIRE	73
U.	MELZER	76
V.	FAVRE	77
W.	MALENÇON	78
6.	XXEME SIECLE	80
A.	HEIM	80
B.	JOSSERAND	82
C.	KÜHNER	83
D.	BECKER	85
E.	SINGER	85
F.	ROMAGNESI	86
G.	DARIMONT	87
H.	BON	88
I.	LAMOURE	90
J.	CLEMENÇON	90
K.	DUHEM	91
L.	CORRIOL	92
III. MYCO-ECOLOGIE		97
<hr/>		
1.	L'AUTECOLOGIE	97
A.	MYCOFLORE	97
B.	DEFINITIONS	99
2.	METHODOLOGIE POUR REALISER DES INVENTAIRES	103
A.	L'HABITAT	104
B.	RECOLTE ET INVENTAIRE	108
C.	INTERPRETATION DES INVENTAIRES	109
3.	PROTECTION DES BIOTOPES	114
A.	CONTEXTE ET ENJEUX	114
B.	MESURES DE PROTECTION	115
C.	APPROCHE MYCO-ECOLOGIQUE DE LA REGION GRAND-EST	119
CONCLUSION		131
<hr/>		
BIBLIOGRAPHIE		1
<hr/>		
RESUME :		23
<hr/>		

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Phylogénie des champignons et leurs caractères majeurs (424)	4
Figure 2 : The Tree of Life - JGI, 2005 (215)	5
Figure 3 : Rangs taxinomiques	7
Figure 4 : Concepts d'espèces, « Species Concepts and Species Delimitation » - DE QUEIROZ, 2007 (410)	8
Figure 5 : Vers une mycologie intégrative (482)	10
Figure 6 : Arbre phylogénétique du genre <i>Hydnum</i> (178)	12
Figure 7 : <i>Hydnum umbilicatum</i> Peck (1902)	13
Figure 8 : <i>Hydnum vesterholtii</i> Olariaga, Grebenc, Salcedo & M.P. Martín (2012)	13
Figure 9 : <i>Hydnum ellipsosporum</i> Ostrow & Beenken (2004)	13
Figure 10 : <i>Hydnum ovoideisporum</i> Olariaga, Grebenc, Salcedo & M.P. Martín (2012)	13
Figure 11 : Arbre phylogénétique du genre <i>Cantharellus</i> (177)	14
Figure 12 : Amorce pour amplifier un gène particulier dans les Russulales (336)	15
Figure 13 : <i>Agaricum</i> , « Commentarii in libros sex Pedacii Dioscoridis », MATTHIOLI (323)	28
Figure 14 : Chapitre <i>FUNGORUM</i> , « Rariorum plantarum historia : Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia », Clusius	29
Figure 15 : Aquarelle d'une espèce non identifiée - <i>Codex Fungorum</i> , Clusius (438)	30
Figure 16 : Schéma du microscope de Hooke, description dans « Micrographia » – Preface (18)	31
Figure 17 : Observation au microscope de moisissure par Hooke dans « Micrographia » (17)	32
Figure 18 : Tab 91 <i>Aspergillus</i> , P.A Micheli, « Nova Plantarum genera : iuxta Tournefortii methodum disposita »	34
Figure 19 : Description FUNGUS PHALLOIDES Botanicon Parisiense – Vaillant S. p.74	35
Figure 20 : Description FUNGUS PHALLOIDES Botanicon Parisiense - Vaillant S. p.75	35
Figure 21 : FUNGUS PHALLOIDES - Table XIV, figure 5, Botanicon Parisiense - Vaillant S. (70)	35
Figure 22 : Illustration p. 522 – Volume 2, « Phytanthoza Iconographia », 1739 (47)	36
Figure 23 : <i>Boletus rufus</i> p.75 V.4, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER	39
Figure 24 : <i>Boletus</i> V.3, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER	39
Figure 25 : <i>Boletus rufus</i> tab CIII, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER	39
Figure 26 : Index p.5, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER	39
Figure 27 : Description <i>Peziza convivalis</i> Mich. p. 121 Elenchus fungorum – BATSCH (484)	44
Figure 28 : « Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme », p.77 – Krombholz (305)	46
Figure 29 : <i>Agaricus odoratus</i> « Scottish cryptogamic flora » V1 p.89 – Greville (357)	48
Figure 30 : <i>Hydnum imbricatum</i> « Scottish cryptogamic flora » V2 p.33 – Greville (355)	48
Figure 31 : <i>Peziza vesiculosa</i> « Scottish cryptogamic flora » V2 p.141 – Greville (354)	48
Figure 32 : <i>Boletus satanas</i> Lenz Tabl VII, « Die schädlichen und nützlichen Schwämme » - Lenz (270)	50
Figure 33 : <i>Ascobolus Cookei</i> Crn. et <i>Ascobolus Persoonii</i> Crn. Pl. suppl. p.342, « Florule du Finistère » – Crouan (418)	51
Figure 34 : p. 112 « Monographia tuberacearum » – Vittadini (56)	52
Figure 35 : p. 116 « Monographia tuberacearum » – Vittadini (55)	52
Figure 36 : Basidiomycètes, Plate 5, « Outlines of British fungology » – Berkeley (479)	53
Figure 37 : <i>Russula punctata</i> , « Les champignons qui croissent en France », p.89 – Gillet (363)	55
Figure 38 : Description de <i>Russula punctata</i> , p.246, « Les champignons qui croissent en France – Gillet (365)	55
Figure 39 : Schémas d'observations microscopiques <i>A. coprinus</i> , figures 120 et 121, tome 3 "Icones fungorum hucusque cognitorum" – Corda (429)	56
Figure 40 : 1 à 6 : <i>Melanconis modonia</i> Tul. 7 à 17 : <i>Melanconis umbonata</i> Tul. Tab. XV « Selecta fungorum carpologia » - Tulasne & Tulasne (72)	57
Figure 41 : Microscopies colorées d'asques de champignons disco-operculés (en haut) et disco-inoperculés (en bas) (442)	60
Figure 42 : Schémas de microscopie Tav. XII. p.242, Vol. II, « Mycologiae Venetae specimen » - Saccardo (123)	64
Figure 43 : Hyphomycètes p.22 "Fungi italia"- Saccardo (120)	65
Figure 44 : <i>Pleurotus columbinus</i> Quéél. n.sp. – « Fungi Tridentini » Tab VI - Bresadola (456)	66
Figure 45 : <i>Amanita muscaria</i> L. « Iconographia mycologica » p.35 Tab 8 - Bresadola (457)	66

Figure 46 : <i>Morchella deliciosa</i> , Fr, « The Mushroom book » p.269 – Marshall (242)	70
Figure 47 : <i>Helvella elastica</i> , Bull. <i>Helvella lacunosa</i> Holm. <i>Mitrla vitellina</i> Sacc, var <i>irregularis</i> , Pk. The Mushroom book p. 265 – Marshall (243)	70
Figure 48 : <i>Tricholoma</i> - Tab. 30 - p.125 (292).....	72
Figure 49 : <i>Clitocybe</i> - Tab. 40 - p.135 (294).....	72
Figure 50 : Pl.370, <i>Hygrophorus Leucophaeus</i> (Fries ex Scopoli) Gillet, « Icones Selectae Fungorum » (310) ..	73
Figure 51 : Pl.19, <i>Pluteus cervinus</i> (Fries ex Schaeffer) Quélet (309)	73
Figure 52 : Protologue du <i>Cortinarius nanceiensis</i> n.sp p.425-427 « Notes critiques sur quelques champignons » - Maire (249).....	74
Figure 53 : <i>Cortinarius nanceiensis</i> n.sp. Planche XV - Fig. 1 – 3, « Notes critiques sur quelques champignons » - Maire (250)	74
Figure 54 : Cellules de basides dicaryotiques, planche VII, « Recherche cytologique et taxinomique sur les Basidiomycètes » - Maire (248)	75
Figure 55 : <i>Labyrinthomyces steenisii</i> Boedijn – Malençon (247)	79
Figure 56 : <i>Amanita torrendii</i> Justo (2010) - J-P Maurice récolte Corse, 2014 (227).....	79
Figure 57 : Fig. 3 Carpophore de <i>P. mexicana</i> , « Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes » p.31 – Heim (342)	81
Figure 58 : <i>Psilocybe fagicola</i> Heim & Cailleux (1 à 13) et <i>Psilocybe Hoogshagemi</i> (14 à 20) – « Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes » - p.120 – Heim (339)	81
Figure 59 : Fig. 5 Formes culturales stables de <i>Psilocybe mexicana</i> – « Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes » p.32 – Heim (341).....	81
Figure 60 : Explication des planches p.13 Architecture de la paroi sporidique des Volvariacées (Basidiomycètes - Agaricales) en microscopie photonique et électronique – Capellano, Kühner (302)	84
Figure 61 : Microscopie électronique p.17 Architecture de la paroi sporidique des Volvariacées (Basidiomycètes - Agaricales) en microscopie photonique et électronique Capellano, Kühner (446)	84
Figure 62 : <i>Amanita</i> – « Champignons de France et d'Europe occidentale » p.296-297 – Bon (468)	89
Figure 63 : Lactaires – « Champignons de France et d'Europe occidentale » p.80-81 – Bon (467)	89
Figure 64 : <i>Lactarius salmonicolor</i> p.41 « Großpilze im Mikroskop » - Clemençon	91
Figure 65 Fiche 11 : <i>Cenococcum geophilum</i> – « Colour Atlas of Ectomycorrhizae », Agerer (496)	98
Figure 66 : Ecogramme et photographie de <i>Mitrla paludosa</i> Fries (326).....	100
Figure 67 : Ecogramme et photographie d' <i>Imleria badia</i> (Fries) Vizzini (86)	100
Figure 68 : Ecogramme et photographie de <i>Tulostoma brumale</i> Persoon (97).....	100
Figure 69 : Schéma des interactions entre plante, champignon et bactéries au sein de la rhizosphère	103
Figure 70 : CORINE biotopes (476).....	106
Figure 71 : Présentation des catégories de l'UICN utilisées à une échelle régionale (436).....	112
Figure 72 : Carte d'occupation <i>Mitrla paludosa</i>	113
Figure 73 : Occurrence <i>Imleria badia</i>	113
Figure 74 : Logotypes de quelques acteurs de la protection de la biodiversité	119
Figure 75 : ZNIEFF de type I et II dans la région Grand Est (11)	120
Figure 76 : Réserves biologiques de la région Grand Est (398)	121
Figure 77 : Carte des Réserves Naturelles du Parc naturel régional des Ballons des Vosges (173)	122
Figure 78 : <i>Desarmillaria ectypa</i> (Fries) R.A. Koch & Aime (2017) (221)	124
Figure 79 : <i>Entoloma elodes</i> (Fries) P. Kummer (1871) – Tourbière de Machais, 2003 J-P Maurice (228)	124
Figure 80 : <i>Arrhenia gerardiana</i> (Peck) Elborne 2008 – Claude Page	124
Figure 81 : <i>Entoloma incanum</i> - Patrice Tanchaud, 2015	126
Figure 82 : Orphans of Rio – International Society for Fungal Conservation.....	127

Tableau I : exemples de biotopes	107
Tableau II : Indice d'abondance	110
Tableau III : notion de fidélité des espèces pour un habitat.....	111

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AMB : Association Mycologique Bresadola

ARN : Acide Ribonucléique

CIN : Code International de Nomenclature pour les algues, les champignons et les plantes

CORINE : Coordination et Recherche de l'Information en Environnement

GCPSR : Reconnaissance Phylogénétique des Espèces par Concordance Généalogique

GNB : Gestion forestière Naturalité et Biodiversité

ICTF : International Commission on the Taxonomy of Fungi

IMA : International Mycological Association

IA : Indice d'Abondance

IP : Indice Patrimonial

IR : Indice de Représentativité

ITS : Internal Transcribed Spacer

LSD : LysergSäureDiethylamid (acide lysergique diéthylamide)

ONF : Office National des Forêts

MAT : Mating Type

PPb : Point Patrimonial brut

SMF : Société Mycologique de France

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources

UTO : Unité Taxonomique Opérationnelle

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

APPORTS HISTORIQUES DES MYCOLOGUES A LA CONNAISSANCE DE LA TAXINOMIE DE LA MYCOFLORE

INTRODUCTION

Aux prémices du XXI^{ème} siècle, la communauté scientifique estime le nombre d'espèces de champignons colonisant la Terre entre 1,5 million à 3,8 millions d'espèces. (409, 346) Ce minimum provient du rapport selon lequel il existerait en moyenne 5 espèces de champignons pour une plante supérieure. Ainsi, les 300 000 espèces de végétaux supérieurs connus à ce jour permettent d'estimer raisonnablement le nombre d'espèces fongiques à 1,5 millions. A cette même époque, les mycologues estimaient le nombre d'espèces fongiques typifiées entre 74 000 à 120 000 espèces. Grâce à la démocratisation des techniques de biologie moléculaire (séquençage génomique, barcoding moléculaire ou analyse de l'ADN environnemental), ce chiffre serait actuellement de plus de 144 000 espèces fongiques connues. Ce constat met en exergue que nos connaissances sur la fonge sont loin d'être complètes d'où l'importance de poursuivre le travail d'inventaire. Etant donné le caractère ubiquiste des champignons, les recherches ne manquent pas d'objets d'étude. (258) En effet, les mycètes colonisent aussi bien les milieux terrestres et aquatiques que le corps humain. Bien que subissant un retard dû à la moindre considération de la fonge par rapport à la flore ou la faune au cours des siècles passés, les études mycologiques sont depuis le XX^{ème} siècle en pleine expansion au vu de l'importance des champignons dans de nombreux domaines dont voici quelques exemples.

En écologie, les champignons, véritables décomposeurs de la matière organique, permettent entre autres un enrichissement des sols ainsi qu'un maintien de l'équilibre de la biodiversité. De plus, ils disposent de fonctions dépolluantes par leur capacité à détruire les hydrocarbures ou encore à accumuler les métaux lourds. Cependant, les champignons peuvent être parasites de nombreuses plantes alimentaires. (409)

Leur pouvoir pathogène s'étend également à l'Homme, particulièrement chez les personnes immunodéprimées qui sont plus sensibles aux infections fongiques opportunistes.

D'un point de vue pharmacologique, les champignons sont pourvoyeurs de molécules thérapeutiques comme la pénicilline, découverte par Alexander Fleming en 1928. Plus

récemment, des études sur *Lepista flaccida* (Sowerby) Pat. montrent que les effets de la 2,6-diaminopurine de ce champignon pourraient présenter un intérêt thérapeutique pour les patients ayant contracté des mutations dites « de non-sens » de la mucoviscidose. (331)

Les champignons sont également présents dans notre alimentation. En effet, les levures sont à l'origine des processus de fermentation nécessaires à la confection du pain, du vin ou encore de la bière sans oublier l'affinage de certains fromages tels que le roquefort ou le gorgonzola. Aux Etats-Unis, la mycoprotéine de Quorn®, produite à partir de *Fusarium venenatum* Nirenberg constitue un substitut végétarien à la viande. Les champignons sont aussi réputés pour leur source de vitamines. (498)

Biologiquement, ce sont des agents de lutte contre les nématodes, source de problèmes phytosanitaires. Les champignons sont capables de les piéger, de s'en nourrir, de tuer leurs œufs ou encore de les parasiter. (443)

La mycologie a vocation à améliorer les connaissances que nous avons de la fonge, la priorité étant la spéciation, la description des espèces et la taxinomie.

Cette thèse, après de brèves généralités sur les Fungi, fera la rétrospective des travaux des plus éminents scientifiques que compte la mycologie et finira en développant les recherches plus actuelles de la myco-écologie.

I. DESCRIPTION DES FUNGI

1. Définition et place des champignons dans le monde du vivant

a. Définition et caractéristiques

Les champignons, au sens large, sont des organismes eucaryotes. Ils constituent une des lignées les plus variées des eucaryotes tant par leurs morphologies, que leurs modes de vie et de reproduction.

Etant eucaryotes, leur structure cellulaire s'articule autour d'un noyau renfermant le matériel génétique sous forme d'ADN et compte dans son cytoplasme des mitochondries, une ou plusieurs vacuole(s), un système endo-membranaire avec un réticulum endoplasmique et un appareil de Golgi. Leur paroi cellulaire est constituée de chitine.

Etant dépourvus de chloroplaste, les champignons sont des organismes hétérotrophes vis-à-vis de l'élément carbone qu'ils ne peuvent synthétiser contrairement aux plantes chlorophylliennes. Le polysaccharide de réserve est majoritairement le glycogène. Cette dépendance conditionne ainsi leurs modes de vie que sont le saprophytisme, le parasitisme et la symbiose.

Les champignons sont absorbotrophes, absorbant les nutriments essentiels dissous de leur environnement par les hyphes. La majorité d'entre eux sont osmotrophes, libérant des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur pour une exodigestion préalable à l'absorption des métabolites par transport actif à l'intérieur de l'hyphe. (253)

La forme végétative des champignons s'organise en 2 types de structure. La première de type levure est une forme unicellulaire qui dans des conditions spécifiques s'organise en thalle filamenteux. (474) La deuxième correspond à une forme pluricellulaire dont l'appareil végétatif est un mycélium diffus, ramifié et tubulaire constitué d'hyphes. Les champignons dit supérieurs regroupant les Ascomycètes et les Basidiomycètes ont des hyphes septées c'est-à-dire cloisonnées à l'inverse des autres champignons qui ont des hyphes cœnocytiques ou siphonnées. (271, 273)

Tous se reproduisent par des spores non flagellées ou exceptionnellement uni-flagellées. (213) C'est l'hyménium qui porte la partie fertile du champignon. Certains champignons sont capables de reproduction sexuée et asexuée alors que d'autres ne se reproduisent que de

manière asexuée. Il faut envisager que le cycle de reproduction sexuée n'ait pas encore été démontré chez ces derniers. Le cycle de reproduction sexuée comprend 3 étapes successives à savoir la plasmogamie, la caryogamie et la méiose.

La définition des champignons est évolutive. En effet d'une définition originelle à 4 caractères, ce sont maintenant 7 caractères qui permettent de circonscrire les champignons en un ensemble d'organismes partageant une même stratégie trophique. Ces critères sont à la base de la classification des champignons en 5 phyla. (Fig. 1) Les 5 divisions *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Glomeromycota*, *Ascomycota* et *Basidiomycota* sont validées par les analyses phylogénétiques.

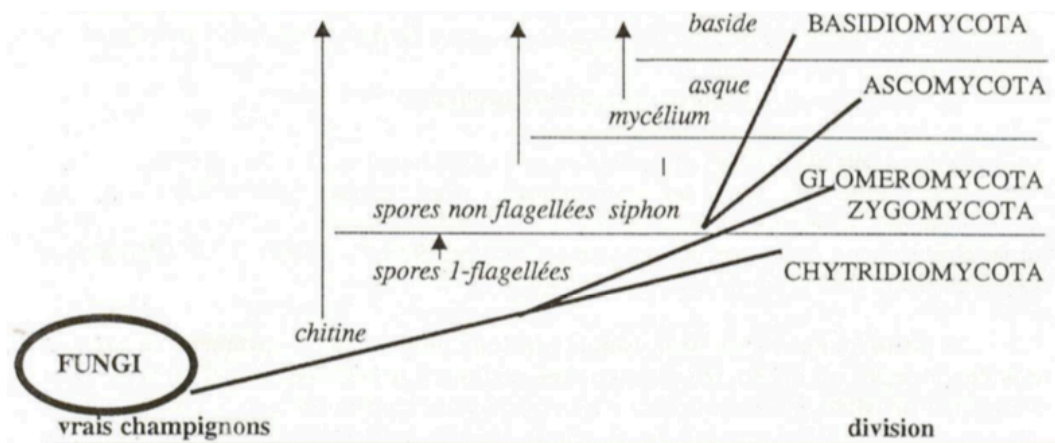


Figure 1 : Phylogénie des champignons et leurs caractères majeurs (424)

Les chytridiomycètes sont les descendants actuels des plus anciens *Mycota*. Ils ont des cellules mobiles munies d'un flagelle postérieur. La plupart des représentants de ce groupe est unicellulaire.

Les zygomycètes ont des spores non flagellées, un thalle siphonné à structure coenocytique.

Les glomérormycètes ont des hyphes avec des ébauches de cloisons, pas de forme de reproduction sexuée connue et forment des endomycorhizes.

Les ascomycètes ont des hyphes septées, des corps de Woronin au niveau des cloisons, présentent une dicaryophase, une reproduction sexuée avec production d'endospores à l'intérieur d'asques.

Les basidiomycètes ont des hyphes septées, des dolipores au niveau des cloisons, présentent une dicaryophase et produisent des exospores sur des basides.

Les phyla *Chytridiomycota* et *Zygomycota* sont polyphylétiques contrairement aux *Ascomycota*, *Basidiomycota* et *Glomeromycota*. (84)

b. Règne des Fungi

Le monde du vivant est actuellement divisé en 3 domaines : les archées ou *Archaea*, les bactéries ou *Bacteria*, et les eucaryotes ou *Eucarya*. C'est parmi ce dernier domaine que se positionne le règne Fungi : le règne des champignons au sens large.

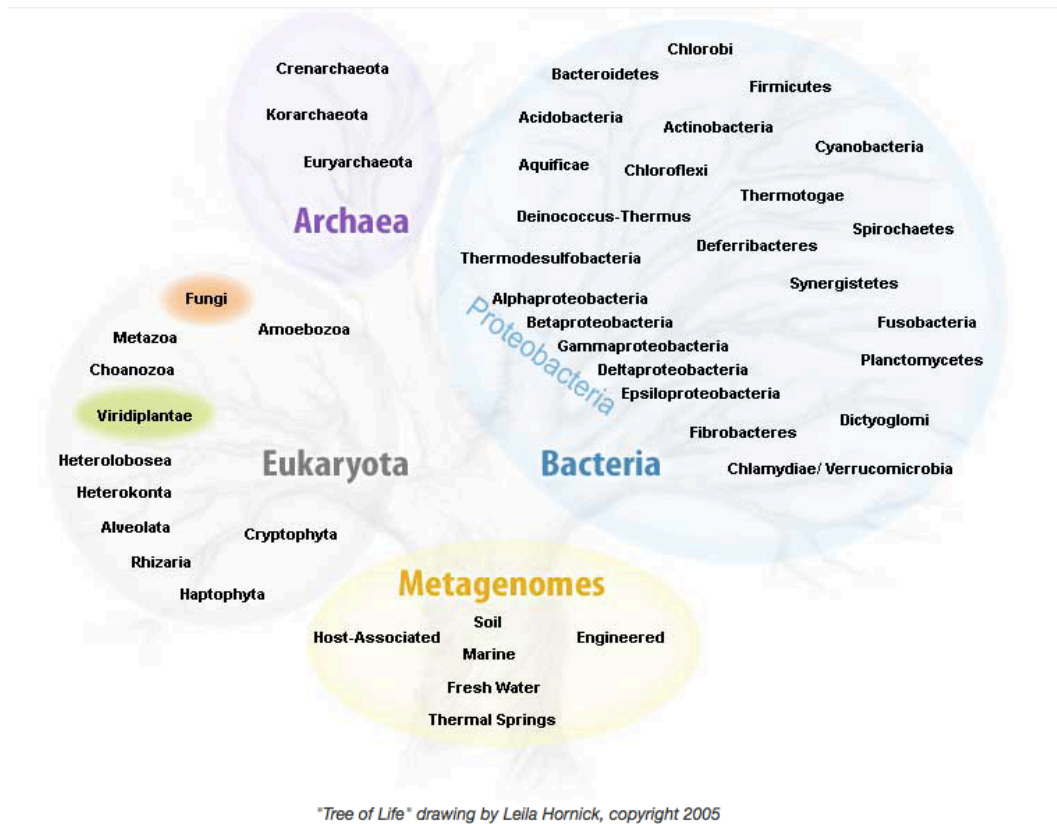


Figure 2 : The Tree of Life - JGI, 2005 (215)

Cet arbre du vivant (Fig. 2) est subdivisé en 5 règnes : *Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae* et *Animalia*. (333, 385)

Le statut des champignons au sein du vivant a longtemps posé question. Le premier à classifier le monde en règnes fut Linné, qui à la parution de *Systema Naturae*, en 1735, proposa les règnes *Animalia*, *Vegetalia* et *Mineralia*. (101) C'est ainsi que les champignons ont longtemps été assimilés aux plantes, comme un type de végétation particulier. Pourtant les analyses phylogénétiques ont depuis prouvé que les champignons sont génétiquement plus proches des animaux que des végétaux. C'est il y a environ 965 millions d'années que les champignons se séparant des animaux sont devenus un groupe monophylétique. (463, 33) Aujourd'hui les champignons constituent un groupe polyphylétique puisqu'il regroupe plusieurs phyla.

Nöel Joseph de Necker, lors de la publication en 1783 sur les champignons, conclut que, bien qu'il existe des ressemblances entre les plantes et les champignons notamment de par leurs modes de développement et de nutrition, la divergence des origines fait qu'ils ne peuvent être classés dans le même règne. Il propose donc de créer un règne intermédiaire entre les animaux et les minéraux du nom de « *Regnum mesymale* ». (6) Grâce au développement de la microscopie et l'observation des premiers organismes unicellulaires, Ernst Haeckel, biologiste allemand, désigne les 3 règnes suivants : animal, végétal et protiste en 1866. Le règne des bactéries fut ajouté à cette classification par Herbert Copeland en 1938. C'est finalement Robert Whittaker, qui en 1959, définit 5 règnes qui sont *Animalia*, *Plantae*, *Fungi*, *Protista*, *Monera* aussi connus sous la dénomination des « 5 royaumes de Whittaker » et attribue ainsi un règne du vivant à part entière aux champignons. D'autres scientifiques ont depuis proposé des classifications de 6 à 9 règnes mais aucune n'a fait l'objet d'un consensus. (46, 266)

2 . T a x i n o m i e

a. Règles de taxinomie

La taxinomie est la discipline qui classifie les êtres vivants en se basant sur l'analyse des caractéristiques communes et celles des ancêtres. La systématique a pour vocation de clarifier les rapports hiérarchiques entre les taxons selon des méthodes phylogénétiques.

C'est également Linné qui propose le premier une classification hiérarchique des espèces dans *Genera plantarum*. La classification taxinomique repose aujourd'hui encore sur l'utilisation de rangs taxinomiques, définis par Linné, représentés par la figure suivante. (Fig. 3)

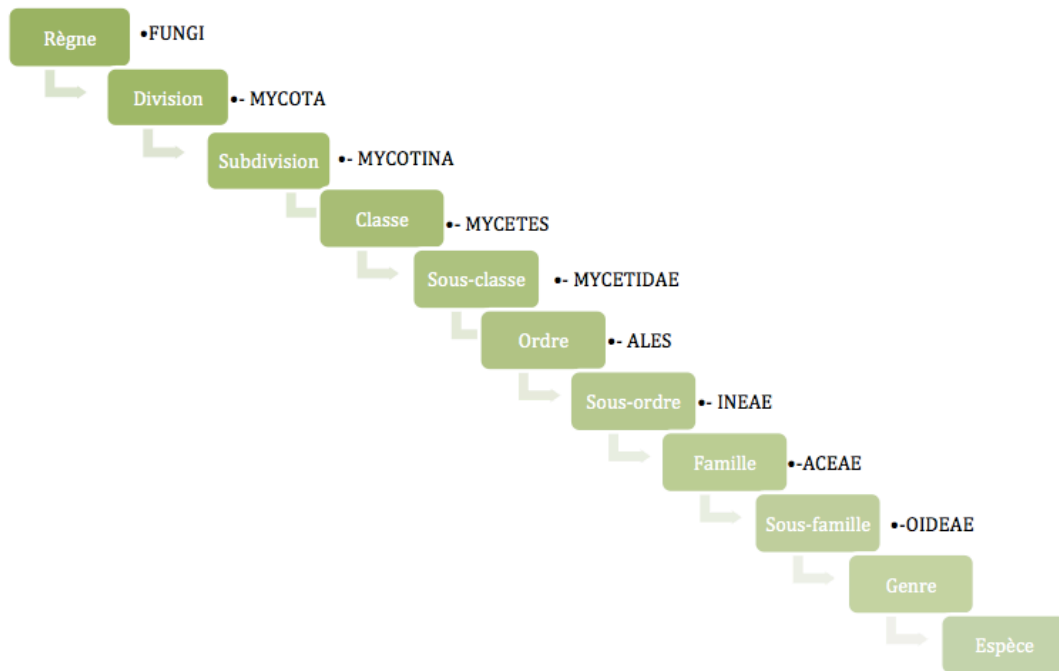


Figure 3 : Rangs taxinomiques

L'espèce, dernier niveau de discrimination, est selon le système linnéen l'unité fondamentale. Sa définition de l'espèce relève d'un concept typologique qui théorise qu'il n'existe qu'un nombre limité d'organismes vivants et qu'un même groupe, aujourd'hui nommé taxon, doit inclure des espèces aux caractères constants.

Pour nommer une espèce, la dénomination binomiale que Carl von Linné propose en 1753 fait toujours référence. Ainsi chaque organisme est nommé par le nom du genre auquel il appartient, suivi du nom d'espèce puis du nom latinisé du premier descripteur et enfin de l'année de publication. Le principe de première publication, attribuant le protologue à un auteur, est d'ailleurs basé sur son ouvrage « Species Plantarum » (1753). L'année 1758, année de la publication de la 10^{ème} édition de cette œuvre, correspondant à la genèse de la taxinomie, est considérée comme le temps 0 de la nomenclature ; les noms donnés avant cette date étant déclarés nuls afin d'éviter tout litige.

Les règles de cette nomenclature sont définies par le Code International de Nomenclature pour les algues, les champignons et les plantes (CIN). Ce code régit non seulement les exigences relatives à l'attribution des noms, à la validation d'une publication et donne par exemple également les règles de nomenclature quant aux noms sanctionnés. Le CIN fait l'objet de révisions périodiques ; la dernière en 2018 a abouti au code de Shenzhen. Le code de Melbourne en juillet 2011, a conduit à 5 modifications majeures. La première est l'acceptation d'un format électronique pour les publications à partir du 1^{er} janvier 2012. La seconde autorise l'utilisation de l'anglais pour décrire les nouveaux taxons. Auparavant,

depuis les Règles de Vienne de 1906, une diagnose en latin était requise pour valider la publication. La troisième oblige l'auteur d'un nouveau nom de champignon à associer au protologue, afin que celui-ci soit considéré comme valide, un numéro unique. (20) Celui-ci est délivré par la base de données MycoBank lors de l'enregistrement du nouveau taxon et s'apparente à un Identifiant des Sciences de la Vie. Elle s'applique pour la publication de noms de nouveaux taxons, de nouvelles combinaisons, de nouveaux rangs ou aux noms de remplacement. La quatrième révoque l'utilisation de noms distincts pour nommer les différents morphes d'un même champignon à cycle de vie pléomorphe ; règle préalablement autorisée par le Congrès de Bruxelles de 1910. La cinquième abolit le concept de morphotaxon dans la nomenclature des fossiles et le remplace par celui de taxon-fossile. En effet, il semblait inutile de dénommer différemment des étapes de vie d'un même fossile. (259)

b. La notion d'espèce

En 1997, Richard L. Mayden et al. dans « A hierarchy of species concepts: The denouement in the saga of the species problem » définissent plus d'une vingtaine de concepts d'espèces différents, dont certains se trouvent dans le tableau ci-dessous. (Fig. 4) (57)

Species concept	Property(ies)	Advocates/references
Biological	Interbreeding (natural reproduction resulting in viable and fertile offspring)	Wright (1940); Mayr (1942); Dobzhansky (1950)
Isolation	*Intrinsic reproductive isolation (absence of interbreeding between heterospecific organisms based on intrinsic properties, as opposed to extrinsic [geographic] barriers)	Mayr (1942); Dobzhansky (1970)
Recognition	*Shared specific mate recognition or fertilization system (mechanisms by which conspecific organisms, or their gametes, recognize one another for mating and fertilization)	Paterson (1985); Masters et al. (1987); Lambert and Spencer (1995)
Ecological	*Same niche or adaptive zone (all components of the environment with which conspecific organisms interact)	Van Valen (1976); Andersson (1990)
Evolutionary	Unique evolutionary role, tendencies, and historical fate	Simpson (1951); Wiley (1978); Mayden (1997)
(some interpretations)	*Diagnosability (qualitative, fixed difference)	Grismer (1999, 2001)
Cohesion	Phenotypic cohesion (genetic or demographic exchangeability)	Templeton (1989, 1998a)
Phylogenetic	Heterogeneous (see next four entries)	(see next four entries)
Hennigian	Ancestor becomes extinct when lineage splits	Hennig (1966); Ridley (1989); Meier and Willmann (2000)
Monophyletic	*Monophyly (consisting of an ancestor and all of its descendants; commonly inferred from possession of shared derived character states)	Rosen (1979); Donoghue (1985); Mishler (1985)
Genealogical	*Exclusive coalescence of alleles (all alleles of a given gene are descended from a common ancestral allele not shared with those of other species)	Baum and Shaw (1995); see also Avise and Ball (1990)
Diagnosable	*Diagnosability (qualitative, fixed difference)	Nelson and Platnick (1981); Cracraft (1983); Nixon and Wheeler (1990)
Phenetic	*Form a phenetic cluster (quantitative difference)	Michener (1970); Sokal and Crovello (1970); Sneath and Sokal (1973)
Genotypic cluster (definition)	*Form a genotypic cluster (deficits of genetic intermediates; e.g., heterozygotes)	Mallet (1995)

Figure 4 : Concepts d'espèces, « Species Concepts and Species Delimitation » - DE QUEIROZ, 2007

(410)

Le concept biologique de l'espèce dit populationnel est selon Mayr « un groupe de populations naturelles au sein duquel les individus peuvent, réellement ou potentiellement, échanger du matériel génétique ; toute espèce est séparée des autres par des mécanismes d'isolement reproductif. » Ainsi, deux organismes sont de la même espèce s'ils peuvent produire une descendance fertile. Cette définition, bien qu'ayant l'avantage d'intégrer le concept d'évolution, n'est pas applicable aux organismes asexués.

L'identification d'une espèce en mycologie est historiquement basée sur des critères morphologiques similaires. Les espèces sont regroupées selon des caractères anatomiques comme, entre autres, le type de surface fertile, la couleur de la sporée, la forme des spores, la présence d'ornementations sur le pied, tout en définissant des limites pour former un ensemble homogène d'individus. Cette spéciation, du ressort des mycologues morphologistes, ne permet ni la distinction entre caractéristiques convergentes et homologues ni celle entre plésiomorphes et apomorphes, ne rendant ainsi pas compte des processus évolutifs. (301)

Grâce à la myco-écologie, l'identification morphologique des espèces est confortée par le concept écologique de l'espèce qui définit les individus d'une même espèce comme ceux partageant la même niche écologique. Bien que l'autécologie des espèces soit indispensable, elle ne peut à elle seule être un critère fondateur de systématique. (276)

Le concept d'espèce phylogénétique postule qu'une espèce partage des caractéristiques génétiques communes provenant d'un même ascendant. Ainsi, ce concept circonscrit l'espèce à un groupe monophylétique et excluant les groupes paraphylétiques, ne considère pas le concept évolutionariste. (411)

En mycologie, le concept d'espèce suscite le débat puisqu'à l'heure actuelle aucun consensus n'a été trouvé. Une approche morphogénétique permettant de rassembler les critères morphologiques, écologiques et phylogénétiques serait la plus robuste. (Fig. 5)

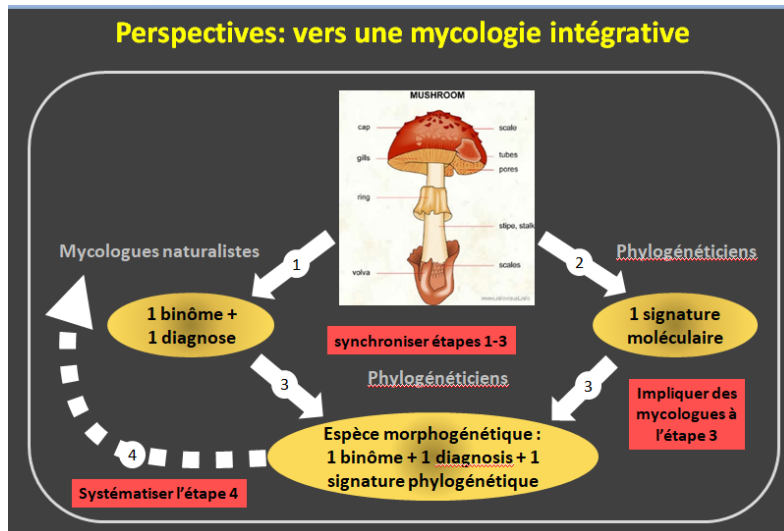


Figure 5 : Vers une mycologie intégrative (482)

3. Avancées scientifiques au service de la systématique

La taxinomie fongique a connu une considérable évolution avec l'avènement des techniques de biologie moléculaire. La génétique et la génomique ont permis de développer considérablement la phylogénèse est ainsi de bouleverser la classification. (217)

C'est avec la publication, en 1996, du génome entier de la levure *Saccharomyces cerevisiae* par André Goffeau que cette révolution dans l'étude des êtres vivants débuta. En effet, elle révéla l'homologie entre les protéines de la levure, les protéines humaines ou encore celles des végétaux supérieurs, établissant ainsi les prémices des lois génomiques. (81, 235)

Cette découverte, concomitante au développement des laboratoires de séquençage, fut le point de départ dans le séquençage des génomes fongiques. Ainsi, en 2003, paru le premier génome d'un champignon filamenteux : *Neurospora crassa*. C'est en étudiant cette moisissure rouge du pain, que les généticiens et biochimistes ont établi la théorie « one gene-one enzyme », participant ainsi à l'établissement de la génétique moderne. (218)

Il fut suivi par le génome de la pourriture blanche *Phanerochaete chrysosporium* en 2004. A Nancy, en 2008, l'équipe menée par Francis Martin produit le premier génome intégral d'un champignon supérieur, *Laccaria bicolor*. Le séquençage de ce champignon ectomycorhizien permet d'envisager une approche génomique fonctionnelle globale dans l'étude des relations mycorhiziennes pour améliorer nos connaissances sur ces interactions. (238)

Initialement développées pour élucider la biologie des champignons, les méthodes de biologie moléculaires sont des outils performants pour la taxinomie.

En effet, l'approche de « reconnaissance phylogénétique des espèces par concordance généalogique » GCPSR permet de révéler une diversité d'espèces au sein même d'une espèce définie par son phénotype. De plus, cette méthode en se basant sur des génotypes multilocus, détecte la recombinaison et donc l'isolement reproductif. (291) Cette technique s'approche donc de la définition d'espèce biologique.

La comparaison des génomes fongiques permet donc, entre autres, de mettre en évidence le phénomène de convergence évolutive, l'existence de synonymes au sein de la taxinomie et permet également d'approcher les espèces non décrites car ne formant pas de corps fructifère. (83, 102, 413)

Ainsi, les techniques génomiques ont révélé l'existence d'espèces cryptiques. Citons l'exemple de l'ancienne espèce *Hydnum rufescens* au sein de laquelle la phylogénétique a identifié 4 espèces différentes. (Fig. 6)

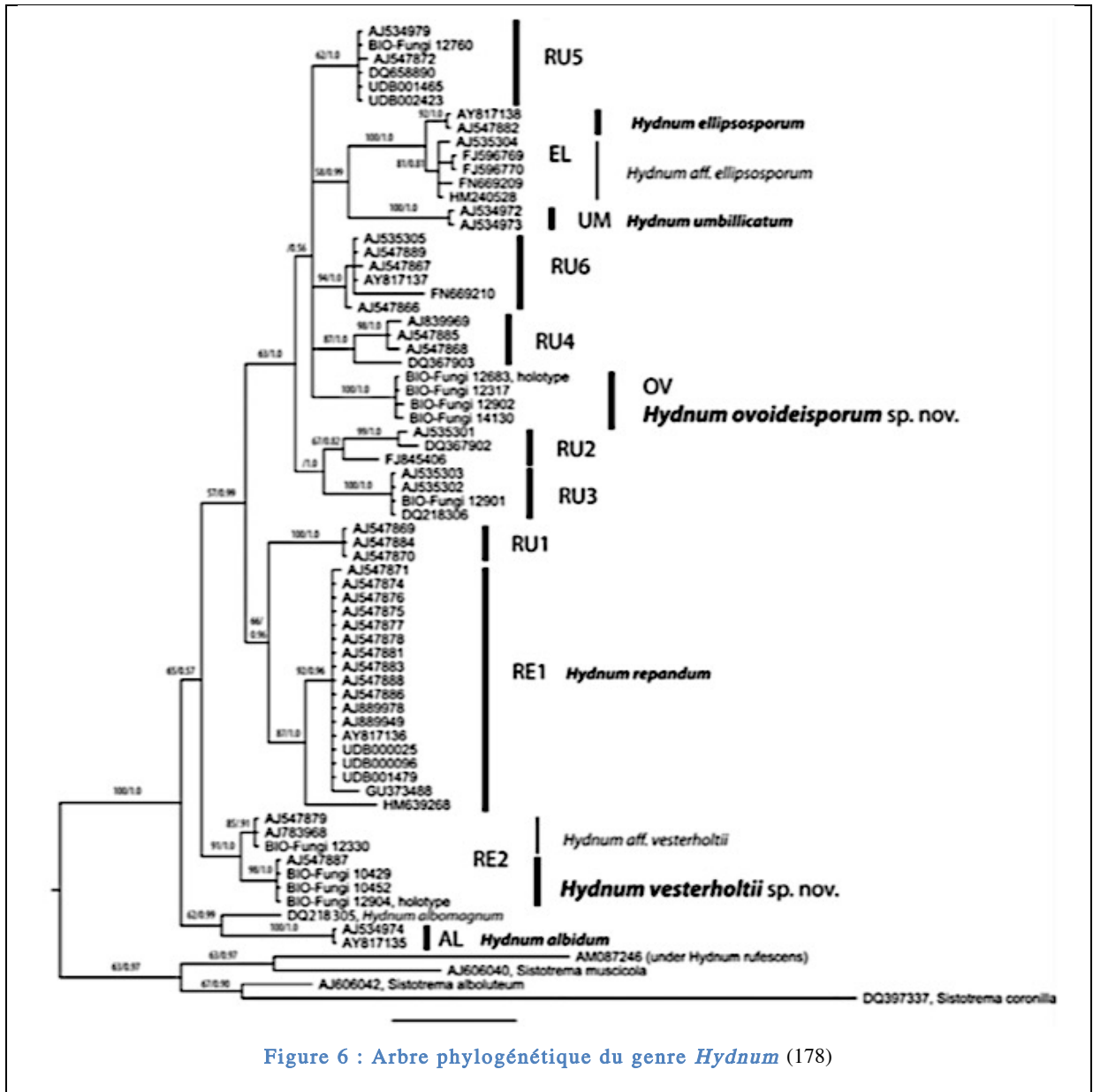


Figure 6 : Arbre phylogénétique du genre *Hydnum* (178)

Partant de ce constat, les mycologues ont identifié des critères morphologiques discriminants sur la forme et la disposition des aiguillons et la forme des spores. On connaît également l'autécologie de certaines espèces comme celle d'*Hydnum albidum* qui préfère les sols calcaires de la région Méditerranéenne et *Hydnum elliposporum* qui préfère les forêts humides acidophiles du Nord de l'Europe. Ainsi, l'ancienne systématique du genre *Hydnum* ne classifiant que 3 espèces, comprend dorénavant 6 espèces et le complexe d'espèces *Hydnum rufescens* qui reste à typifier. (Fig. 7, 8, 9 et 10)



Figure 7 : *Hydnum umbilicatum* Peck (1902)

Aiguillons échancrés, coniques



Figure 8 : *Hydnum vesterholtii* Olariaga, Grebenc, Salcedo & M.P. Martín (2012)

Aiguillons décurrents, coniques



Figure 9 : *Hydnum elliposporum* Ostrow & Beenken (2004)

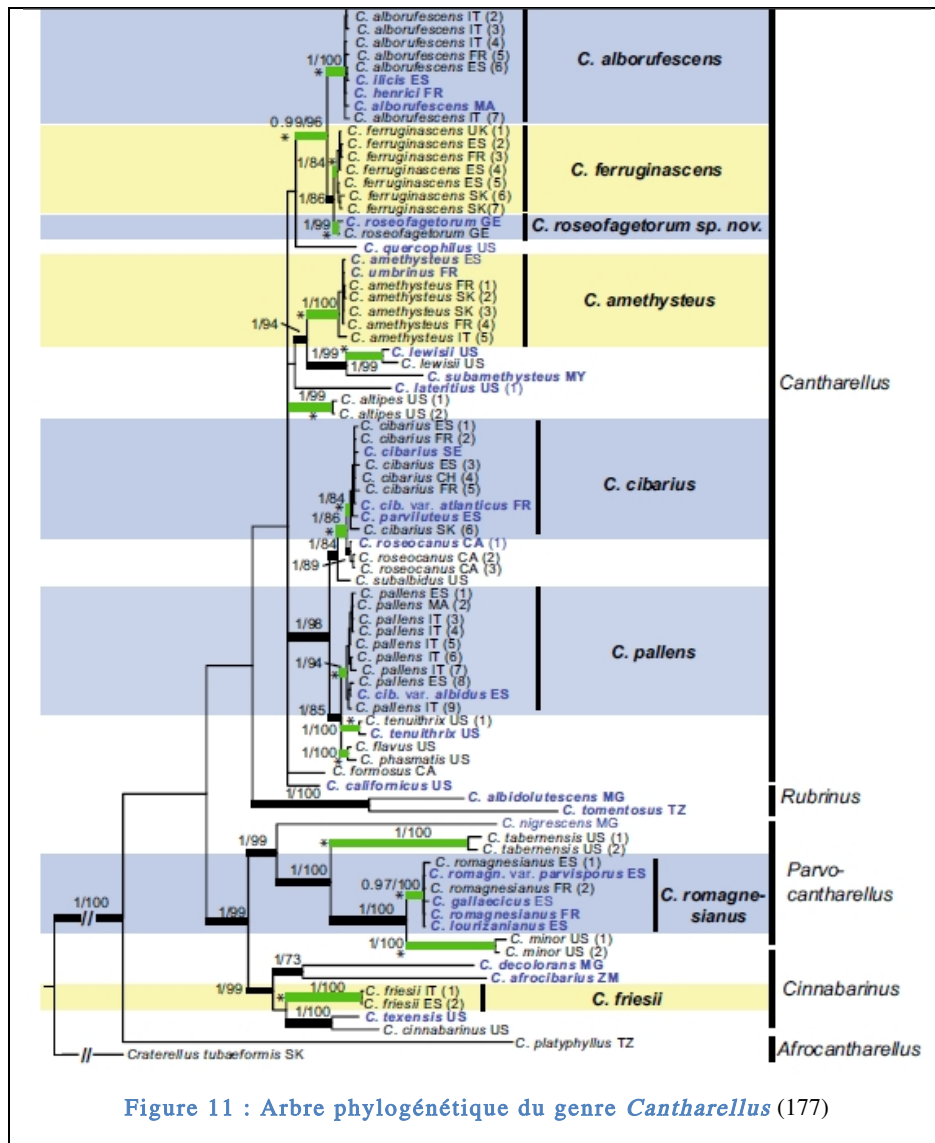
Aiguillons échancrés, spatulés, spores ellipsoïdes



Figure 10 : *Hydnum ovoideisporum* Olariaga, Grebenc, Salcedo & M.P. Martín (2012)

Aiguillons échancrés, coniques, spores ovoïdes

A l'inverse, *Cantharellus* est un genre pour lequel les mycologues morphologistes avaient décrit une quinzaine d'espèces ou variétés en Europe alors que les études génomiques n'ont révélé que 7 espèces pour ce genre, présentées dans l'arbre phylogénétique ci-dessous. (Fig. 11) (177)



En 2022, la génomique a enfin permis de proposer une classification à la famille des *Cortinariaceae*. Jusqu'à l'analyse phylogénomique, il n'existait qu'un seul genre : *Cortinarius* car les seuls outils morphologiques ou phénétiques ne permettaient pas de proposer une systématique robuste. Aujourd'hui les *Cortinariaceae* sont divisés en 10 genres qui sont *Cortinarius*, *Phlegmacium*, *Thaxterogaster*, *Calonarius*, *Aureonarius*, *Cystinarius*, *Volvanarius*, *Hygronarius*, *Mystinarius* et *Austrocortinarius*. Parmi ceux-ci les sous-genres *Cortinarius* et *Phlegmacium* ont été conservés et élevés au rang de genre. (265)

Seules les méthodes de la génomique semblent assez puissantes pour élaborer les lignées fongiques, relier les gènes aux phénotypes et délimiter les espèces. (90)

Toutefois, ces méthodes, reposant sur l'analyse comparative de séquences génétiques, nécessitent de solides bases de données quantitatives et qualitatives. Malgré le séquençage de génomes fongiques, et surtout de gènes de phylogénie ou de barcoding (barre-code moléculaire), beaucoup d'espèces ne disposent que d'un seul gène de référence séquencé au sein de ces banques de données ce qui limite la capacité à détecter les variants intraspécifiques. De plus, une phylogénie monogénique, majoritairement utilisée à la genèse de ces méthodes n'est pas suffisante pour identifier les espèces cryptiques. La figure 12 illustre l'importance du choix et de la pluralité des amorces pour développer des phylogénies multi-loci. (336)

Locus	amorces	règne	classe	ordre	famille	genre	espèce
ITS-5.8S-ITS2	500-600 pb	NO	NO	NO	NO	YES	YES
nucLSU	1400 pb	NO	YES	YES	YES	NO	NO
nucSSU	1400 pb	YES	YES	YES	NO	NO	NO
mitLSU		NO	YES	YES	YES	NO	NO
mitSSU	700-2500 bp	NO	YES	YES	YES	NO	NO
RPB1 3200 bp	(1300 bp)	YES	YES	YES	YES	YES	YES
RPB2 2200 bp	900 bp	YES	YES	YES	YES	YES	YES
tef-1	800 bp	NO	NO	YES	YES	YES	YES
Calmoduline		NO	NO	NO	NO	YES	YES
Beta-tubuline		NO	NO	NO	NO	YES	YES
ATP6 800 bp	(300 bp)	NO	NO	NO	NO	YES	YES

Figure 12 : Amorces pour amplifier un gène particulier dans les Russulales (336)

Compte tenu de leur important polymorphisme intraspécifique, les régions ITS ont été proposées comme barcodes universels pour la caractérisation moléculaire des Fungi. Mais, le polymorphisme nucléotidique de ces séquences est également associé à un polymorphisme de taille qui ne permet pas à ces régions d'en faire des gènes de phylogénie de qualité, comme les gènes LSU, SSU, COX1, RPB1, RPB2, β -tubulin ou TEF1- α ... Les régions séquencées doivent être adaptées au rang taxinomique étudié.

4. Classification « actuelle »

Il est utopique de penser présenter ici une classification actuelle exhaustive d'une part en raison du nombre faramineux d'espèces que contient le règne fongique mais également du fait de la perpétuelle évolution de la phylogénie et de la nomenclature. Nous proposons ici la classification de Hibbett, David & Binder, M. & Bischoff, Joseph & Blackwell, Meredith & Cannon, Paul & Eriksson, Ove & Huhndorf, S.M. & James, Tanetta & Kirk, Paul & Lücking, Robert., telle que présentée dans l'article « A higher-level phylogenetic classification of the Fungi » paru en 2006 dans « Mycological Research » ; celle-ci semblant faire consensus actuellement.

Légende :

- ◇ **Phylum**
- * **Sous-phylum**
- **Classe**
- **Sous-classe**
- **Ordre**

- ◇ **CHYTRIDIOMYCOTA**
 - Chytridiomycètes
 - Chytridiales
 - Rhizophydiales
 - Spizellomycétales
 - Monoblepharidomycètes
 - Monoblephariales
- ◇ **NEOCALLIMASTIGOMYCOTA**
 - Neocallimastigomycètes
 - Neocallimastigales
- ◇ **BLASTOCLADIOMYCOTA**
 - Blastocladiomycètes
 - Blastocladales
- ◇ **MICROSPORIDIA**
- ◇ **GLOMEROMYCOTA**
 - Glomeromycètes
 - Archaeosporales
 - Diversisporales
 - Glomerales
 - Paraglomérales
 - * **Mucoromycotina**
 - Mucorales
 - Endogonales
 - Mortierellales
 - * **Entomophthoromycotina**
 - Entomophthorales
 - * **Zoopagomycotina**
 - Zoopagales

- * Kickxellomycotina
 - Kickxellales
 - Dimargaritales
 - Harpellales
 - Asellariales

DICARYENS

✧ BASIDIOMYCOTA

- * Ustilaginomycotina
 - Ustilaginomycètes
 - Urocystales
 - Ustilaginales
 - Exobasidiomycètes
 - Doassansiales
 - Entylomatales
 - Exobasidiales
 - Geogefischeriales
 - Microstromatales
 - Tilletiales
 - Malasseziales
- * Agaricomycotina
 - Tremellomycètes
 - Cystofilobasidiales
 - Tremellales
 - Filobasidiales
 - Agaricomycètes
 - Agaricomycetideae
 - Agaricales
 - Atheliales
 - Boletales
 - Phallomycetideae
 - Geastrales
 - Gomphales
 - Hystérangiales
 - Phallales
 - Auriculariales
 - Cantharellales
 - Corticiales
 - Gloeophyllales
 - Hymenochaetales
 - Polyporales
 - Russulales
 - Sebacinales
 - Thelephorales
 - Trechisporales
 - Wallemiomycètes
 - Wallemiales
 - Entorrhizomycètes
 - Entorrhizales
 - Dacrymycètes
 - Dacrymycétales
- * Pucciniomycotina
 - Pucciniomycètes
 - Septobasidiales
 - Pachnocybales
 - Helicobasidiales
 - Platyglœales
 - Puccinales

- Cystobasidiomycètes
 - Cystobasidiales
 - Erythrobasidiales
 - Naohideales
- Agaricostilbomycètes
 - Agaricostilbales
 - Spiculogloeales
- Microbotryomycètes
 - Heterogastridiales
 - Microbotryales
 - Leucosporidiales
 - Sporidiobolales
- Atractiellomycètes
 - Atractiellales
- Classiculomycètes
 - Classiculales
- Mixiomycètes
 - Mixiales
- Cryptomycocolacomycètes
 - Cryptomycocolacales

✧ ASCOMYCOTA

- * Taphrinomycotina
 - Taphrinomycètes
 - Taphrinales
 - Neoelectomycètes
 - Neoelectales
 - Pneumocystidomycètes
 - Pneumocystidales
 - Schizosaccharomycètes
 - Schizosaccharomycetales
- * Saccharomycotina
 - Saccharomycetes
 - Saccharomycetales
- * Pezizomycotina
 - Arthoniomycetes
 - Arthoniales
 - Dothideomycètes
 - Dothideomycetidae
 - Capnodiales
 - Dothideales
 - Myriangiales
 - Pleosporomycetidae
 - Pleosporales
 - Botryosphaeriales
 - Hysteriales
 - Patellariales
 - Jahnulales
 - Eurotiomycètes
 - Chaetothyriomycetidae
 - Chaetothyriales
 - Pyrenulales
 - Verrucariales
 - Eurotiomycetidae
 - Coryneliales
 - Eurotiales
 - Onygenales
 - Mycocaliciomycetidae
 - Mycocaliciales

- Laboulbeniomycètes
 - Laboulbeniales
 - Pyxidiophorales
- Lecanoromycètes
 - Acarosporomycetidae
 - Acarosporales
 - Lecanoromycetidae
 - Lecanorales
 - Peltigerales
 - Teloschistales
 - Ostropomycetidae
 - Agyriales
 - Baeomycetales
 - Ostropales s.l.
 - Pertusariales
 - Candelariales
 - Umbilicariales
- Leotiomycètes
 - Cytariales
 - Erysiphales
 - Helotiales
 - Rhytismatales
 - Thelebolales
- Lichinomycètes
 - Lichinales
- Orbiliomycètes
 - Orbiliales
- Pezizomycètes
 - Pezizales
- Sordariomycètes
 - Hypocreomycetidae
 - Coronophorales
 - Hypocreales
 - Melanosporales
 - Microascales
 - Sordariomycetidae
 - Boliniales
 - Calosphaeriales
 - Chaetosphaeriales
 - Coniochaetales
 - Diaporthales
 - Ophiostomatales
 - Sordariales
 - Xylariomycetidae
 - Xylariales
 - Lulworthiales
 - Meliolales
 - Phyllachorales
 - Trichosphaeriales
 - Lahmiales
 - Medeolariales
 - Triblidiales

Conclusion

L'étude des champignons est complexe. Ainsi Guy DURRIEU a dit : « Pour cela, il faudrait d'abord définir ce qu'est exactement un champignon. Un coup d'œil à l'arbre phylogénique [...] fait immédiatement comprendre qu'il s'agit d'une tâche impossible, les organismes que l'on avait coutume de désigner sous ce terme se retrouvant dispersés sur des branches, parfois éloignées, de l'arbre du vivant. Si bien qu'on ne peut trouver meilleure définition que de dire qu'un champignon est un organisme étudié par un mycologue. » (394)

En effet, les Fungi sont le plus vaste règne des Eucaryotes allant de champignons microscopiques aux polypores géants. Le plus grand carpophore est celui d'un *Fomitiporia ellipsoidea*, découvert en 2010 sur la face inférieure d'un tronc de *Cyclobalanopsis patelliformis* à Hainan Island (Chine). Avec un corps fructifère de 10,8m de long, son poids est estimé à 400-500kg avec un nombre de spores de 450 millions. (417) Les sporophores des champignons supérieurs peuvent revêtir une infinité de formes, couleurs, ornements... Ce sont autant de caractères distinctifs qui permettent d'envisager une systématique. Bien que ces critères soient tous utiles à la détermination, une hiérarchisation est nécessaire car tous ne peuvent servir de base à une classification. Ainsi Carl WOESE disait : « La diversité morphologique n'est que le critère le plus accessible car facilement observable, il n'en est pas pour autant le plus discriminant et ne doit pas être la base d'une classification. » (45, 421)

La difficulté dans la création d'une systématique est de faire coïncider réalité morphologique et phylogénétique. Les analyses génomiques se sont largement démocratisées et ont permis d'importants remaniements dans la phylogénèse des Fungi. (43) Le concept d'espèce s'enrichit avec la génétique ; néanmoins l'étude morphologique reste indispensable et n'oublions pas que la mycologie est avant tout une science de terrain.

II. Présentation des mycologues

Dans cette partie, nous dresserons, de manière chronologique, le portrait des scientifiques dont la contribution a permis une avancée dans la connaissance des champignons. Le but est de montrer succinctement pour chaque personnage leurs apports à la mycologie pour une meilleure détermination, dénomination et classification des champignons. Cette liste non exhaustive d'auteurs parcourt les siècles de l'Antiquité à nos jours.

Notons que la mycologie est une science récente à l'échelle des sciences naturelles. Ainsi, les premiers auteurs ne jouissent pas encore du qualificatif de mycologue. Nous rencontrerons des scientifiques et des botanistes puisque les champignons étaient considérés comme des plantes puis comme une catégorie particulière de végétaux. Qualifiés de « plantes imparfaites » par Johannes Heckius et Frederico Cesi au XVII^{ème} siècle ou encore de « plantes sans fleurs ni graines » selon John Ray dans son ouvrage « Methodus plantarum » en 1682, ce n'est réellement qu'au XIX^{ème} siècle que la mycologie devenant une science indépendante, sera confiée aux mycologues.

1 . A n t i q u i t é

Il est probable que l'Homme se soit intéressé très tôt dans l'Histoire aux champignons comme source d'alimentation. Néanmoins l'absence de reliques ne nous permet pas d'entrevoir les « connaissances en mycologie » de nos lointains ancêtres.

Le premier écrit mentionnant un champignon, trouvé en Syrie, est daté du 3^{ème} millénaire avant J-C. Il s'agit d'une tablette gravée en écriture cunéiforme sur laquelle des champignons sont offerts à un roi, montrant ainsi la valeur qui leur était conférée.

On retrouve des références aux champignons dans plusieurs langues anciennes. Par exemple, en sumérien « argun » désignait un champignon à chapeau, « agun » un champignon fugace, « aganti » une amanite comestible. Il s'agit de termes non spécifiques. Les champignons sont présentés comme un seul groupe globalement homogène. Les illustrations les représentent sans distinctions avec un pied volumineux et un chapeau charnu.

a. HIPPOCRATE

Hippocrate, considéré comme le père de la médecine, est né en 460 avant J-C et mort en 377 avant J-C. Ce brillant médecin de la Grèce Antique, bien que conscient de la toxicité potentielle des champignons, leur reconnaît néanmoins certaines vertus. Au sein du « Corpus hippocratique », Hippocrate fait mention de quelques remèdes à base de champignons. C'est d'ailleurs lui qui le premier consigne les utilisations thérapeutiques de l'Amadouvier. (79) Il préconise l'application des morceaux d'Amadouvier incandescents à proximité d'un organe douloureux pour le soulager. Cette technique rappelle la moxibustion. (349)

Permettons-nous ici un aparté pour souligner la propriété cautérisante de l'Amadouvier, *Fomes fomentarius* (L. : Fr.) Fr. Surnommé « l'Agaric des chirurgiens », on trouve des rapports de l'utilisation de la trame du sporophore pour ses propriétés hémostatiques lors d'interventions chirurgicales ou comme élément constitutif de pansements de la fin du XVIII^{ème} au début du XIX^{ème} siècle. (135, 361, 491)

b. PLINE L'ANCIEN

Pline l'Ancien, de son nom latin Caius Plinius, est né en 23 après J.-C. à Novum Comum et décède en 79 après J.-C. à Stabies. Etant l'auteur d'une encyclopédie comprenant 37 volumes, « *Historia naturalis* », il est le grand naturaliste de l'époque romaine. Il y condense les connaissances de l'époque dans de nombreux domaines scientifiques. Il est le premier, dont les écrits nous parviennent, à entreprendre une étude du règne fongique. Sans affinité particulière pour les champignons, il s'y intéresse malgré tout puisque les romains en sont grands consommateurs. Considérés comme un met de luxe, leur consommation s'est en effet démocratisée en raison des lois somptuaires puisque la restriction ne s'applique pas aux produits de la terre. Sceptique, Pline insiste sur les propriétés toxiques des champignons et recense de nombreux cas d'empoisonnements accidentels. Son plus bel exemple est celui de l'empoisonnement de l'empereur Claudius Caesar, qui n'a pourtant rien d'accidentel car il serait attribué à sa femme Agrippine. Cette dernière aurait profité de l'appétence de son mari pour les « Boleti », pour glisser le poison dans son plat. (157) Claudius, comme beaucoup d'empereurs romains, est un amateur du champignon désigné « Boleti » qui fait référence à l'Amanite des Césars, d'où ce nom vernaculaire. Pline lui-même reconnaît les propriétés gustatives de ce champignon et admet que 4 espèces de champignons peuvent être ingérées

sans danger. Il s'agit de « Suilli » que les mycologues modernes ont identifié comme *Boletus edulis*, « Boleti » qui comme nous l'avons vu correspond à *Amanita caesarea*. Le troisième est un champignon que Pline décrit avec « une peau rouge d'une teinte plus foncée que celle que l'on trouve dans les Boleti » qui serait *Russula alutacea* selon Lenz ou *Lactarius deliciosus* selon Comes. Houghton présume que le dernier de cette liste est *Coprinus comatus* répondant aux caractéristiques énoncées par Pline « blanc, dont le pédoncule ressemble beaucoup à l'apex d'un chapeau ». Bien que Pline soit un pionnier dans la description mycologique, ses descriptions sont d'une précision telle qu'elles ont permis à nos contemporains d'identifier formellement les espèces *Boletus edulis* et *Amanita caesarea*. Il référence également quelques espèces qu'il sait toxiques comme certaines Amanites.

En plus de ses descriptions, ses écrits sont enrichis de recommandations pour diminuer la toxicité des champignons parmi lesquelles on peut citer une cuisson des champignons avec de la viande, une consommation concomitante de poire ou encore l'utilisation de vinaigre qui selon lui neutralise le poison. Il s'essaie à une discrimination des champignons comestibles et nocifs. Ainsi, si le champignon est encore dur après cuisson, il est toxique, tout comme le sont ceux qui ont une couleur livide.

La synthèse de ces textes est qu'il déconseille la consommation de champignons comme beaucoup de ses homologues de l'époque. (15)

c. AVICENNE

Ibn Sinan, de son nom latin Avicenna, est un médecin et philosophe né en 980 à Boukhara et mort en 1037 à Hamadan. Il est l'auteur du « Canon de la médecine », œuvre considérable qui compile l'ensemble du savoir dans de nombreux domaines notamment scientifiques comme la médecine, la chimie, la physique, les mathématiques et l'astronomie mais rédige également sur les connaissances philosophiques, métaphysiques et religieuses.

En ce qui concerne notre sujet, Avicenne met toujours en avant la toxicité des champignons. Il propose une manière de différencier les champignons comestibles des mauvais ; méthode qui l'incite à conclure que tous les champignons verts sont mortels. (260)

d. ALBERT LE GRAND

Albert Le Grand de son nom latin Albertus Magnus, est né en 1206 à Lauingen et meurt en 1280 à Cologne. Naturaliste, philosophe et théologien allemand, il publie de nombreux écrits sous l'influence de son maître Aristote qu'il commente beaucoup. Trois encyclopédies majeures « De animalibus », « De mineralibus » et « De vegetabilibus », fruit de son travail, décrivent plantes, minéraux et animaux. Il donnera de nombreux conseils pour réduire la toxicité des champignons.

Pendant cette période de l'Histoire, les champignons sont décrits avec les plantes et restent très peu étudiés. La seule raison de les identifier est de pouvoir les consommer en toute sécurité. Rappelons qu'à l'époque moyenâgeuse, les champignons sont victimes d'une forte suspicion. Tout d'abord, ils subissent la mauvaise presse des scientifiques de l'Antiquité qui se concentrent sur leurs effets toxiques et rapportent les cas d'intoxication liés à leur consommation. De plus, la méconnaissance de leur mode de croissance leur confère une aura de mysticisme se heurtant à l'omniprésence des croyances religieuses. (360, 490) Ce qui scientifiquement se nomme mycélium annulaire pour décrire le phénomène de croissance des champignons en cercles concentriques, est appelé « rond de sorcière ». Cet événement mystérieux ne pouvait être, pour l'Eglise, que la preuve d'une pratique rituelle visant à invoquer des esprits démoniaques. La forme de cercle s'explique alors par les danses en rond des sorcières lors de ces cultes et la pousse de champignons atteste alors d'une présence maléfique qui a permis leur croissance. (489) De même, la croissance des truffes est corrélée à la survenue d'un orage ce qui renforce leur image négative. (15) Ce champignon noir reflète alors une âme de la même couleur, si bien qu'il ne peut être consommé sans danger. (31)

Notons pour finir, la théorie des quatre humeurs qui ne leur est guère flatteuse. Ancienne conception médicale, celle-ci révèle que le corps humain est composé de quatre éléments fondamentaux que sont l'air, l'eau, le feu et la terre. Chacun de ces éléments dispose de qualités antagonistes que sont le chaud et le froid et le couple sec et humide. La réunion de ces éléments et qualités a pour vocation de coexister afin de maintenir la bonne santé globale de chaque individu. Selon cette théorie, le champignon, naturellement froid et humide, perturbe l'équilibre des fluides entraînant un tempérament flegmatique et une mauvaise santé pour son consommateur. (80)

Ainsi, au début du XV^{ème} siècle, dans le « Grant Herbier en François », les champignons se voient divisés en 2 groupes : les uns sont mortels et les autres rendent malade. (10)

2 . X V I ^{ème} s i è c l e

a. MATTHIOLUS :

Pietro Andrea Matthioli, dit Mattioli ou Matthiote, de son nom latin Matthiolus est un médecin et botaniste italien, né à Sienne le 23 mars 1501 et mort à Trente en 1577.

Outre son exercice de la médecine, Matthiolus se consacre à l'analyse de « De Materia medica » de Dioscoride : un traité en 5 volumes répertoriant environ 500 plantes et décrivant l'utilisation de 1 600 préparations à base de végétaux, animaux et minéraux. (296) Ecrit vers l'an 60, ce texte reste la principale source de la connaissance des plantes et de la botanique médicinale. L'œuvre de Matthiolus, « Commentarii in sex libros Pedacii Discoridis », (233) constitue bien plus qu'une traduction de l'ouvrage de Dioscoride. (402) Matthiolus l'enrichit de commentaires pertinents et de gravures afin de faciliter la reconnaissance des végétaux et champignons. (386)

Pour illustration, « l'Agaricum » décrit ci-dessous est connu aujourd'hui sous le nom de *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. & Pouzar. (Fig. 13) Polypore utilisé traditionnellement dans le traitement des affections pulmonaires, ses propriétés antibactériennes et antivirales ont été prouvées notamment pour *Mycobacterium tuberculosis*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Staphylococcus aureus* et les virus du genre Orthopoxvirus.



Figure 13 : *Agaricum*, « Commentarii in libros sex Pedacii Dioscoridis », MATTHIOLI (323)

b. HADRIANUS

Adriaan De Jonghe, de son nom latin Hadrianus Junius est un médecin et enseignant, né à Hoorn le 1^{er} juillet 1512 et mort le 16 juin 1575 à Arnemuïden. Il publie en 1564 le traité « Phalli, ex fungorum genere in Hollandiae sabuletis passim crescentis descriptio, et ad viuum expressa pictura » ce qui le distingue de ses contemporains¹. Cet écrit est en effet considéré comme le premier à concerner une espèce précise de champignon. Il y décrit pour la première fois *Phallus hadriani* qu’il nomme simplement *Phallus*. (42)

Ce n’est d’ailleurs qu’en 1950 que ce champignon s’est vu attribué son nom *Phallus hadriani* O. Andersson (1950). Il fut en effet la victime d’une impressionnante confusion chez les mycologues pendant presque 300 ans malgré une description pourtant très précise et un dessin fidèle de la part d’Hadrianus. C’est en fait Lobel qui croyant avoir rencontré ce qu’il nomme le « Phallus d’Adrian de Jonghe » décide d’en publier une description qui décrivait en fait *Phallus impudicus*. Ajoutons à cela qu’il illustra ce travail avec un dessin représentant de

¹ Contemporains : CICCARELLI Alfonso (traité sur les truffes « *Opusculus de tuberis* »), BAUHIN Gaspard (« *Pinax theatri botanici, seu Index in Theophrasti, Dioscoridis, Plinii, et botanicorum qui a seculo scripserunt opera* »)

manière trop imprécise ce champignon. S'ensuit une succession de descriptions de ces champignons par les mycologues qui, comme il était coutume à l'époque, ont repris les travaux et illustrations de leurs prédécesseurs, malheureusement ceux de Lobel. Agrémenté de l'erreur de description de Ventenat, le doute s'est installé au fil des siècles à tel point que les mycologues du XIX^{ème} siècle ont considéré qu'il ne s'agissait que d'une seule et même espèce. C'est finalement Olof Andersson qui redécouvre *Phallus hadriani* et on lui attribue le protologue de cette espèce, ce qui sanctionne Ventenat pour son erreur. (254)

c. CLUSIUS

Jules Charles de l'Ecluse ou en latin Carolus Clusius est un médecin et botaniste né en 1526 à Arras et mort en 1609 à Leyde. Après 2 publications sur les flores d'Espagne et d'Autriche*, il publie en 1601 « *Rariorum plantarum historia : Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia* ». Ce traité décrit précisément 105 espèces de champignons parmi lesquels 6 amanites, 9 russules, 7 lactaires, 12 tricholomes et 14 bolets. Il est illustré par plus de 1 000 gravures constituant ainsi la première monographie mycologique. (Fig. 14) (438, 330)

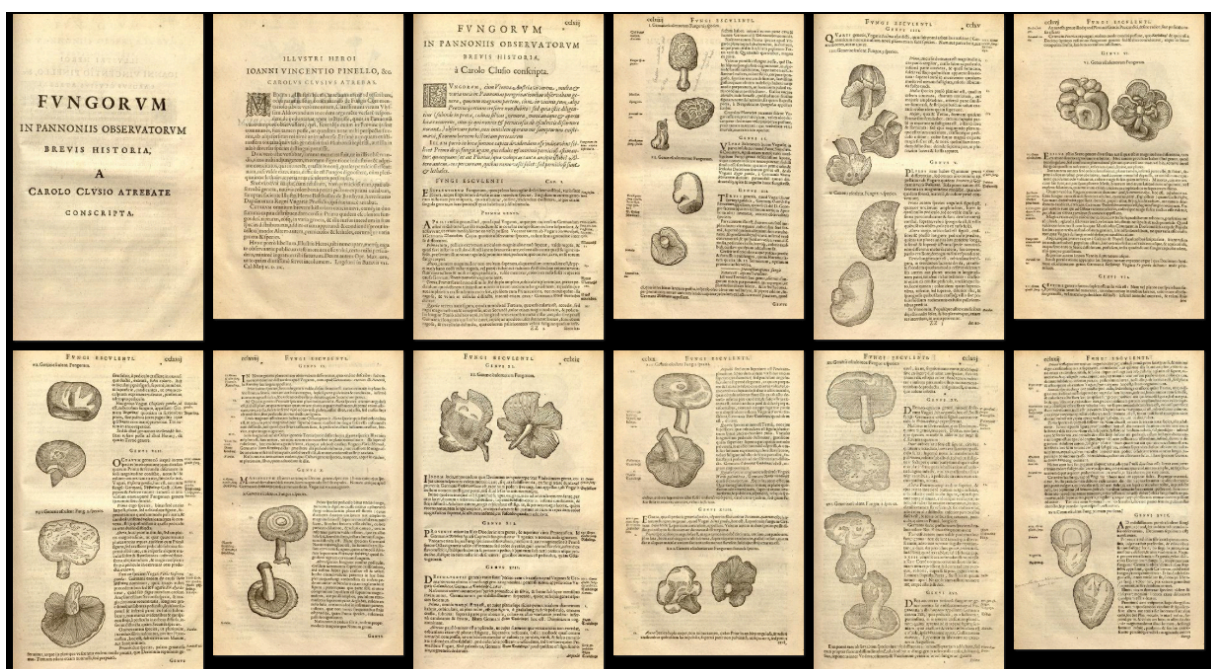


Figure 14 : Chapitre *FUNGORUM*, « *Rariorum plantarum historia : Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia* », Clusius

* *Rariorum aliquot stirpium per Hispanias observatarum historia en 1576 et Rariorum aliquot stirpium, per Pannoniam, Austriam, & vicinas quasdam provincias observatarum historia en 1583*

Sa description des champignons révèle une étude mycologique sur les champignons d'Europe Centrale et fait de Clusius un pionnier en la matière. Son ouvrage s'inscrit comme le premier ouvrage fondamental de référence consacré aux champignons. Il constitue un tournant dans l'histoire de la mycologie la faisant passer d'une science obscure à son épanouissement aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles.

Les aquarelles illustratives sont rassemblées dans le Code de Clusius conservé à l'Université de Leyde. (Fig. 15)



Figure 15 : Aquarelle d'une espèce non identifiée - *Codex Fungorum*, Clusius (438)

d. COLUMNA

Fabio Colonna, de son nom latin Columna, est un botaniste italien né en 1567 à Naples et mort en 1640 à Naples. Il s'illustre par sa volonté de regrouper les descriptions de plantes d'une même espèce. Bien que ses travaux s'intéressent principalement à la botanique, il fut le premier à décrire *Clathrus ruber* P. Micheli ex Pers. 1801 qu'il nomma *Fungus lanterna*.

3. XVII^e siècle

a. VAN STERBEECK

Franciscus Van Sterbeeck, Maître en philosophie et lettres, est né en 1630 à Anvers et mort en 1693 à Anvers. Passionné de botanique, il s'intéresse tout particulièrement aux champignons ce qui lui vaut la publication de « Tractaet van de campernoelien ghenamt Duyvels-Broot » en 1671 et « Theatrum fungorum oft het Tonneel der Campernoelien » en 1675. (66) Puisque

la consommation de champignon était courante dans la population d'Anvers, Van Sterbeeck a rédigé ce traité comme un guide pratique de récolte et de cuisine. Dans une volonté d'éviter les intoxications, il classe les champignons selon leur comestibilité. Son travail reprend certaines des illustrations de Clusius qu'il décrit de manière plus précise. Il reste le pionnier de la mycologie belge.

b. HOOKE

Robert Hooke scientifique émérite est né en 1635 à Freshwater et mort en 1703 à Londres. Inventeur de génie, membre actif de la Royal Society, il est le précurseur d'une réelle révolution scientifique. Sous la direction de Boyle, il crée la première pompe à air de l'Angleterre. (492) Il est l'inventeur de nombreux instruments de mesure notamment des appareils météorologiques, des lunettes de visée télescopique... (312)

Parmi ses nombreuses connaissances, celles en microscopie lui ont permis de développer un microscope capable d'un grossissement de 30 fois. (Fig. 16) Son intérêt pour l'expérimentation l'a poussé à observer pour la première fois la structure interne de divers animaux, végétaux et minéraux.

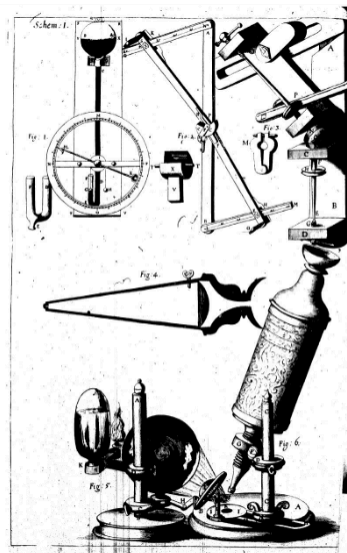


Figure 16 : Schéma du microscope de Hooke, description dans « Micrographia » – Preface (18)

En examinant le liège, il découvre une structure alvéolaire qu'il décrit comme de petites chambres comparables à celles occupées par les moines dans les monastères appelées *cellulae*. (36, 412) C'est ainsi qu'il emploie le terme de cellule pour la première fois. Même si sa description est en réalité celle de la paroi subérifiée de la cellule du liège, le terme restera

pour désigner l'unité du vivant. Cette nouvelle vision de la constitution du vivant révolutionnera la biologie. (24)

✦ Si bien qu'en 1839, quand Theodor Schwann (1810 – 1882) énoncera pour la première fois la théorie cellulaire dans « Recherches microscopiques sur la concordance dans la structure et dans la croissance des animaux et des végétaux », il conservera ce nom de cellule attribué par Hooke.

Hooke consigne toutes ses observations au microscope dans « Micrographia ». (334) En ce qui concerne notre sujet, on retient qu'il est le premier à observer la structure interne d'un champignon. C'est sur la couverture d'un livre en cuir de mouton qu'il remarque, selon ses termes, « des taches poilues et moisies [...] qui ne sont rien d'autres que des sortes diverses de petits champignons sur des corps en putréfaction ». Il consigne le dessin d'un spécimen blanc qu'il décrit comme étant un corps végétatif de jolie forme ; pour lui le champignon est une forme particulière de végétation. (Fig. 17)



Figure 17 : Observation au microscope de moisissure par Hooke dans « Micrographia » (17)

c. MICHELI

Pier Antonio Micheli est un botaniste et mycologue né à Florence en 1679 et mort dans cette même ville en 1737. (359) Il publie en 1729 « Nova plantarum genera: iuxta Tournefortii methodum disposita », recueil de plus de 600 espèces de champignons et lichens illustré par 73 planches. (22, 223)

Il est l'un des pères de la mycologie moderne. En effet, il révolutionne la théorie fongique de la « génération spontanée » qui jusqu'alors primait avec l'idée que la matière en décomposition était capable de générer un organisme vivant dans des conditions favorables de développement. (460) Micheli s'oppose à ce courant théologique suite à la mise en évidence d'organes reproducteurs chez les champignons. Ses observations au microscope lui permettent de décrire des graines dans les champignons qui sont à l'origine de nouveaux champignons. Ces « graines » seront plus tard nommées spores.

✪ C'est le botaniste allemand Johannes Hedwig (1730 – 1799) qui donnera la terminologie de spores dans son ouvrage « Stirpes cryptogamicae novae aut dubiae iconibus adumbratae, additaeque historia analytica ». (148) Il est le premier à identifier les asques regroupant ces spores qu'il nomme alors thèques. (78)

Micheli remarque également que ces graines sont organisées de manière différente selon le champignon observé. Il fait ainsi l'observation de la conidie et de la baside qu'il définit comme un organe vésiculeux situé aux extrémités des lames des Agarics ou des pores des Bolets. (267)

Il est le premier à décrire le cycle de développement des champignons puisqu'en effet il confirme sa découverte en cultivant des champignons à partir de leurs spores. Ses fructueuses expériences lancent le concept d'évolution et de croissance en mycologie.

De plus, il révèle la présence d'un voile sur certaines espèces de champignons et introduit le concept de primordium.

Micheli décrit pour la première fois le genre *Aspergillus* à partir de l'observation de moisissures au microscope. Le nom *d'Aspergillus* vient du latin *Aspergillum* désignant le goupillon qu'utilisent les prêtres, faisant référence à leur morphologie. (Fig. 18) (5, 44)

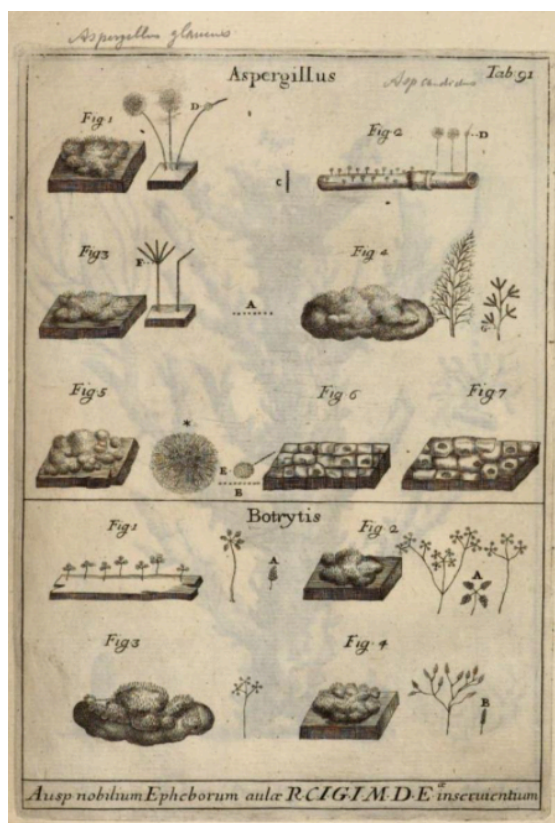


Figure 18 : Tab 91 *Aspergillus*, P.A Micheli,
« Nova Plantarum genera : iuxta Tournefortii methodum disposita »

d. VAILLANT

Sébastien Vaillant est un chirurgien et botaniste né en 1669 à Vigny et mort à Paris où il exerçait en 1722. La majeure partie de ses travaux concerne sa spécialisation première, la botanique. Outre son immense contribution à l'herbier national conservé au Muséum National d'Histoire Naturelle, il définit les termes d'ovaires, d'ovules, d'étamines et de filets. (69) Cette identification d'organes mâles et femelles apporte la preuve de la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Dès 1717, il fait valoir l'importance des caractères sexuels dans la taxinomie botanique. Son travail est d'une importance capitale puisqu'il servira de base à Carl von Linné dans l'élaboration de son système de classification. (49)

Il publie « Botanicon Parisiense ou dénombrement par ordre alphabétique des plantes qui se trouvent aux environs de Paris » en 1727. (68) Vingt pages sont consacrées aux champignons dans lesquelles Vaillant fait une description physique succincte des espèces. Suivant la méthode de dénomination des espèces de l'époque, le nom est constitué de caractères morphologiques remarquables permettant la détermination du champignon.

Dans ce livre, il propose une division des champignons en 6 familles qui sont je cite :

«

1. Ceux qui font des chapeaux sans doublure
2. Ceux dont les chapeaux sont doublez de petites houppes ou papilles
3. Ceux qui les ont doubles de longues pointes, semblables aux piquants du Herisson
4. Ceux qui les font doubles, de tuyaux
5. Ceux qui sont doubles de nervures rameuses
6. Ceux qui sont feuilletez

» (67,108)

En mycologie, on connaît le nom de Vaillant puisqu'il est le premier à décrire l'*Amanita phalloides* en 1722. (Fig. 19, 20, et 21) Vaillant lui donne le nom de *Fungus phalloïdes, annulatus, fordide virescens et patulus*. (39)

Notons que Vaillant a sous-traité l'illustration de son ouvrage. C'est Claude Aubriet, « peintre du cabinet du Roy » qui enrichit son texte de plus de 300 figures dont 87 gravures de champignons. (49, 445)

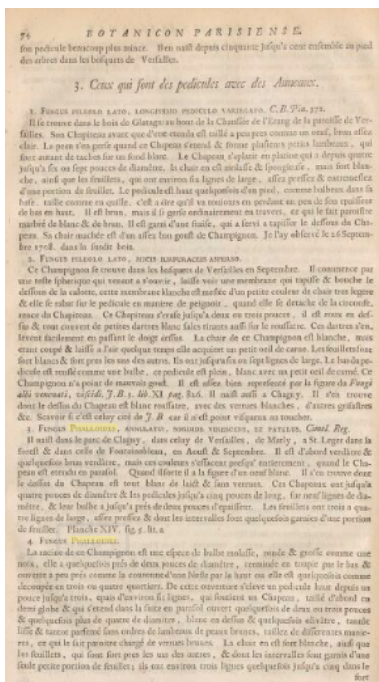


Figure 19 : Description FUNGUS PHALLOIDES Botanicum Parisiense – Vaillant S. p.74



Figure 20 : Description FUNGUS PHALLOIDES Botanicum Parisiense - Vaillant S. p.75

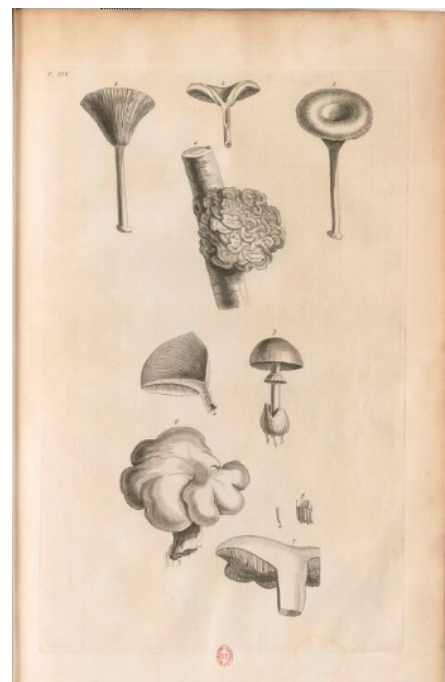


Figure 21 : FUNGUS PHALLOIDES - Table XIV, figure 5, Botanicum Parisiense - Vaillant S. (70)

e. DILLENIUS

Johann Jakob Dillen dit Dillenius en latin est un botaniste né à Darmstadt en 1684 et mort à Oxford en 1747.

Dans son manuscrit « *Catalogus Plantarum sponte circa gissam nascentium* », publié en 1719, il répertorie de nombreuses espèces de plantes, champignons et lichens. (404) Les pages 176 à 200 sont dédiées aux champignons qu'il décrit avec des critères d'identification morphologiques. Il est le premier à classer les champignons en fonction de leur surface fertile. Ainsi il distingue les champignons à lames « *Lamellati* » des champignons sans lames « *Lamellis carentes* ». Dans cette seconde catégorie, il organise les champignons entre les champignons à aiguillons « *Aculeis donatus* » et les champignons à pores « *Porosi* » dans lesquels on retrouve ceux du genre *Boletus*.

f. WEINMANN

Johann Wilhelm Weinmann est un pharmacien né à Gardelegen en 1683 et mort à Regensburg en 1741. Puisque la seule méthode accessible à l'époque pour la détermination des champignons repose sur des critères physiques, la précision des représentations des auteurs est primordiale. Weinmann s'illustre dans ce contexte comme le premier mycologue à ajouter de la couleur à ses planches gravées. (29) Son travail « *Phytanthoza Iconographia* » est publié de 1737 à 1745 sous la forme de 4 volumes regroupant plus de 1 000 gravures colorées à la main de végétaux et de champignons dont l'*Amanita muscaria* nommée par ses soins *Fungus muscarius*. (Fig. 22) (48)



Figure 22 : Illustration p. 522 – Volume 2, « *Phytanthoza Iconographia* », 1739 (47)

4. XVIII^e siècle

a. LINNAEUS :

Linnaeus, de son nom français Carl von Linné, est un naturaliste né en 1707 et mort en 1778. Au départ simple passionné de botanique ayant entrepris des études de médecine, il devient finalement le fondateur du système hiérarchique de la systématique. Pour ce méthodiste, il est primordial d'organiser le monde du vivant en identifiant les espèces d'une part et en les classant dans un système à la fois logique et naturel d'autre part. (7, 264, 440)

Il apporte sa vision inédite dans « Systema naturae » qu'il publie en 1735. Sa volonté d'organisation en un système global de genres et d'ordre naturel se traduit d'abord par la création des 3 règnes, animal, végétal et minéral, mais aussi par la hiérarchisation des classifications en 5 niveaux de taxinomie qui sont la classe, le genre, l'ordre, le niveau et l'espèce. Le but de cette nomenclature est d'avoir une vue d'ensemble des connaissances, raison pour laquelle il entreprend de répertorier et classer les espèces connues de son époque. (447) Ce faisant, il établit un système de dénomination universel, la nomenclature binomiale. Elle se compose du nom de genre et du nom de l'espèce, dérivés du latin, suivi du nom du découvreur de l'espèce. Il publie d'abord ce système binomial dans son ouvrage « Species plantarum » en 1753 puis il l'applique pour le règne animal. C'est ainsi qu'il identifie plus de 6 000 espèces végétales et 4 400 espèces animales. (338, 94, 261, 262, 263)

En s'appuyant sur les travaux de Vaillant, il élabore en 1736 un système de classification des plantes basé sur leurs caractères sexuels. Il crée ainsi 24 classes au sein desquelles les espèces sont réparties en fonction du nombre d'étamines et de styles de la fleur. (146, 147, 328)

Bien que Linné soit plus botaniste que mycologue, il décrit plusieurs champignons parmi les espèces qu'il identifie dont par exemple *Boletus versicolor* L., *Hydnum repandum* L. ou encore *Boletus igniarius* L.

Son apport à la science est considérable puisque sa nomenclature est universellement adoptée. En mycologie cela constitue un tournant décisif dans ce domaine puisque le nom du champignon est désormais dissocié de sa description.

b. SCHÄFFER

Jacob Christian Schäffer est né à Querfurt en 1718 et mort à Regensburg en 1790. Homme de science et inventeur de son époque, il s'illustre dans de nombreux domaines scientifiques. A la mycologie, il consacre cette œuvre : « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » ou en allemand « Natürlich ausgemahlten Abbildungen baierischer und pfälzischer Schwämme, welche um Regensburg wachsen ». Publiés de 1762 à 1764, ces 4 volumes comportent de nombreuses illustrations coloriées d'espèces de champignons. Ces planches sont reconnues pour leur grand réalisme en particulier pour la représentation des spores. Cet ouvrage est considéré comme la première monographie en couleurs dédiée exclusivement aux champignons. Dans celui-ci, chaque champignon décrit se voit attribuer un numéro de 1 à 291 et plusieurs figures lui sont associées en annexe. Pour un même champignon, Schäffer propose plusieurs illustrations correspondant à des stades de croissance différents ce qui est absolument novateur. Les figures 23, 24, 25 et 26 représentent un exemple de son travail avec le *Boletus rufus* Schaeff. actuellement nommé *Leccinum aurantiacum* (Bull.) Gray, 1821

✪ Avec la latinisation des patronymes, on remarque que Schäffer peut s'écrire Schaeffer, comme c'est le cas sur la première de couverture de son ouvrage. C'est d'ailleurs avec l'abréviation Schaeff. qu'il est désigné dans la nomenclature binomiale comme auteur d'espèce. Il convient donc de le distinguer d'un autre mycologue, Julius Schaeffer (1882 – 1944) connu pour ses classements sur les Basidiomycètes avec des travaux axés majoritairement sur les Agarics et les Russules. Pour la petite anecdote, ce mycologue allemand décède des suites d'une intoxication causée par *Paxillus involutus*.

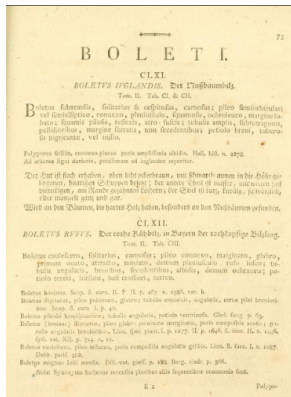


Figure 23 : *Boletus rufus* p.75 V.4, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER

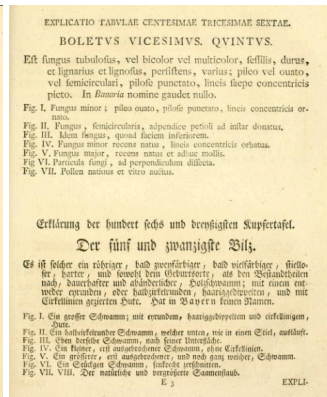


Figure 24 : *Boletus* V.3, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER



Figure 25 : *Boletus rufus* tab CIII, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER

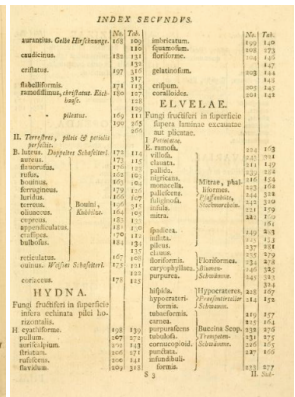


Figure 26 : Index p.5, « Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonna nascuntur icones » - SCHÄFFER

En index, il propose une classification en 10 catégories qui sont dans l'ordre : *Agarici*, *Boleti*, *Hydna*, *Elvelae*, *Clavariae*, *Pezizae*, *Lycoperda*, *Mucorea*, *Phalli* et *Clathri*.

Persoon reprendra le travail de Schäffer en 1800 dont il soulignera la qualité tout en déplorant l'utilisation encore trop fréquente de noms vernaculaires. Il ajoutera dans la description de presque tous les champignons de nouveaux caractères de distinction, fruit de ses propres observations ou de celles d'autres mycologues. (113, 114, 115)

c. SCOPOLI

Giovanni Antonio Scopoli est né à Cavalese en 1723 et mort à Pavie en 1788. A la fois médecin, naturaliste et entomologiste, sa contribution à l'Histoire Naturelle est majeure. Outre les herbiers et les collections d'insectes, il lègue de nombreux textes sur les faunes et flores qu'il étudie. Il y décrit des centaines d'espèces animales et végétales en respectant la dénomination binomiale de Linné. Etant adepte de la taxinomie linnéenne, il décide de reformuler ses précédents ouvrages pour une version scientifique qu'il juge plus juste et plus moderne. Ce faisant, il contribue grandement à renforcer la place du système linnéen au sein de la communauté scientifique de l'époque.

Parmi les espèces qu'il identifie, il est notamment le premier à décrire le champignon qu'il nomme *Agaricus caesareus*. Il s'agit de l'actuelle *Amanita caesarea* (Scop.) Pers. 1801. (40, 41)

Profitons de cet exemple pour un bref rappel des règles de dénomination. C'est Scopoli, étant le premier descripteur, qui attribue le basionyme de cette espèce *Agaricus caesareus* Scop. 1772. C'est en 1801 que Persoon la place dans le genre *Amanita*. S'agissant d'un transfert d'espèce d'un genre à un autre, le CNI indique que le nom de l'auteur du basionyme est conservé dans la dénomination actualisée entre parenthèses. Notons que l'*Amanita caesarea* étant connue depuis l'antiquité pour sa très bonne comestibilité, est dotée de nombreux noms vernaculaires dans la plupart des pays. En France, elle est par exemple retrouvée sous les noms d'Amanite des Césars, Oronge, Jaune d'auf, Moujolo...

d. BOLTON

James Bolton est né en 1735 et décède en 1799 en Angleterre. Botaniste, naturaliste et mycologue, il publie entre 1788 et 1791 « An History of Fungusses growing about Halifax » en 4 volumes. (50) Dans les deux premiers, Bolton classe les champignons en plusieurs catégories qui sont : les agarics, les bolets, les hydnes et les phalles. Dans les deux suivants, il poursuit sa classification avec les genres : *Clathrus*, *Helvella*, *Peziza*, *Clavaria*, *Lycoperdon*, *Spaeria* ainsi que *Mucor*. Parmi sa classification, il est le premier à décrire plusieurs espèces notamment le *Gymnopus peronatus* (Bolton) Gray actuellement nommé *Collybiopsis peronata* (Bolton) R.H. Petersen, le *Coprinellus domesticus* (Bolton) Vilgalys et al. ou encore le *Lepiota cristata* (Bolton) P. Kumm. (470, 471)

Afin d'illustrer ses descriptions, il réalise ses planches à la main. Cet ouvrage fera de lui le premier scientifique à publier en anglais à propos des champignons contrairement à ses prédécesseurs qui rédigeaient jusqu'ici leurs écrits en latin exclusivement. (206)

Bolton réalise également un manuscrit non publié entre 1884 et 1892 connu sous le nom de « Icones fungorum circa Halifax ascentium » dans lequel se trouve une description manuscrite de champignons qu'il a observé suivie d'une illustration superbement colorée. (472)

e. PAULET

Jean-Jacques Paulet est né à Anduze en 1740 et mort en 1826 à Fontainebleau. A la fois médecin et mycologue, il publie en 1775 un ouvrage nommé « Traité complet sur les champignons » dans lequel il définit les termes pour la description mycologique. En plus d'aborder leur reproduction, il met en avant leurs propriétés culinaires et prévient de leurs effets néfastes. En ce sens il propose d'utiliser des substances telles que l'éther vitriolique pour limiter la toxicité de certains champignons. (166, 167, 381)

Un an plus tard, en 1776, il publie dans les Mémoires de l'Académie de médecine ses recherches sur le feu de Saint-Antoine aussi connu sous le nom d'ergotisme.

Il est le premier à employer le terme de « mycologie » pour désigner la science qui étudie les champignons, remplaçant ainsi l'ancien terme utilisé jusqu'alors « fungologie ». Mycologie est un mot aux origines grecques composé de myco- du grec *mukês* signifiant le champignon et de *lógos* désignant la parole. (1)

f. BULLIARD

Jean-Baptiste-François Bulliard dit Pierre est né en 1752 à Aubepierre sur Aube et décède en 1793 à Paris. Médecin et botaniste, son apport à la mycologie est en partie posthume. En effet, à la suite de la publication d'un premier volume de son ouvrage « Traité élémentaire renfermant dans un ordre méthodique les descriptions et les figures des champignons qui croissent naturellement en France » en 1791, il décède durant la rédaction de son second volet et le laisse inachevé. Cependant, il sera tout de même complété et publié par Etienne Pierre Ventenat. (450, 451)

Dans son ouvrage, Pierre Bulliard décrit plus d'une quarantaine de nouvelles espèces dont il est l'auteur. Les deux plus connues sont notamment le *Boletus sulphureus* Bull ou le *Boletus edulis* Bull. (205)

En plus de ses découvertes d'espèces, Bulliard est également à l'origine de 3 nouveaux genres que sont l'*Auricularia* Bull. appartenant à la classe des Agaricomycetes, la *Fistulina* Bull. de la classe des Basidiomycètes et l'*Hypoxylon* Bull. des Sordariomycetes. Ces trois nouvelles classes combinées font qu'aujourd'hui une vingtaine d'espèces lui sont dédiées. Dans ce même ouvrage, Bulliard publie de nombreuses planches mycologiques pour lesquelles il adopte une technique de réalisation inédite afin de vendre ses ouvrages moins chers.

C'est ainsi qu'il utilise trois plaques teintées de couleur jaune, rouge et verte qu'il superpose pour apporter de la couleur à ses gravures.

g. SOWERBY

James Sowerby est né à Londres en 1757 et mort à Londres en 1822. Illustrateur et naturaliste, il est l'auteur de l'« English Botany : or Coloured Figures of British Plants, With Their Essential Characters, Synonyms, and Places of Growth », un ouvrage comprenant 36 volumes et dont la parution s'étend sur 24 années. Sur ces 36 volumes, trois sont consacrés à la mycologie. Nommés « Coloured figures of English fungi or mushrooms » ils sont publiés entre 1797 et 1803 et regroupent de nombreuses gravures coloriées manuellement. (91, 92, 93)

On lui attribue la description de plusieurs espèces tel que *Agaricus sejunctus*, basionyme de l'actuel *Tricholoma sejunctum* (Sowerby) Qué. ou encore *Agaricus semiovatus*, basionyme de l'actuel *Panaeolus semiovatus* (Sowerby) S. Lundell. (180,187)

Afin de maximiser le contraste sur ses planches et de rehausser les couleurs, James Sowerby décide de se limiter à trois couleurs qui sont le rouge, le jaune et le bleu.

Reconnu pour ce travail, un genre lui sera dédié au XX^{ème} siècle par le botaniste et mycologue John Axel Frithiof Nannfeldt, *Sowerbyella radiculata* Nannf.

h. SECRETAN

Louis Secretan naît en 1758 à Lausanne et décède en 1839 dans cette même ville. Avocat, mycologue et homme politique, il publie en 1833 l'ouvrage « Mycographie suisse, ou description des champignons qui croissent en Suisse, particulièrement dans le canton de Vaud, aux environs de Lausanne ». Au cours de sa vie, il décrit une quinzaine d'espèces de champignons. Cependant en raison d'un non-respect de la nomenclature linnéenne, la plupart des noms de ces espèces ne lui sont pas attribués. (211)

Cependant, cela nous permet de souligner les règles de la nomenclature binomiale avec l'exemple de *Boletus rufescens* Secr. ex Konrad. Ce champignon dont la description est la suivante : « chapeau jaune-orangé, à marge presque toujours débordante, squamules du pied serrées et noires, tubes et pores gris-olivâtre enfumé et chair vineux-lilacin à la cassure, bleuisant légèrement à la base du pied » est connu sous l'actuel nom

Leccinum versipelle (Fr.) Snell 1944. Bien que E.-J Gilbert décrive précisément cette espèce sous le nom de *Krombholzia floccopoda* (Rostokovius), le basionyme est attribué à Secretan d'une part pour l'antériorité de sa description (onze ans avant) et d'autre part pour éviter les confusions avec *Boletus floccopus* Fr. C'est donc après une validation ultérieure que Secretan est reconnu comme l'auteur de *Boletus rufescens*. Cela se traduit par la présence du préfixe « ex » dans la dénomination qui fait référence à la personne, ici Konrad, qui a valablement publié le nom en se basant sur les travaux de la première personne citée.

i. PERSOON

Christiaan Hendrik Persoon est né en 1761 au Cap et décède en 1836 à Paris. En 1797, ce mycologue publie « Tentatem Dispositionis Methodicae Fungorum in Classes, Ordines, Genera et Familias » considéré comme le premier ouvrage pleinement dédié au classement des champignons ce qui assoit sa notoriété dans ce domaine. Il est de ce fait le grand mycologue de la fin du XVIII^{ème} siècle jusqu'à l'avènement des travaux de Fries. (156)

En 1801, il publie l'ouvrage « Synopsis methodica fungorum » en deux volumes qui constitue véritablement le point de départ de la nomenclature des Urédinales, des Ustilaginales ainsi que des Gastéromycètes. Ce travail fait alors de C. H. Persoon un des précurseurs de la systématique puisqu'il servira d'ouvrage de référence pour ces groupes de champignons. (495)

En plus d'apporter sa contribution à Linne pour l'écriture de la partie mycologique de l'œuvre *Species plantarum*, Persoon jouera un rôle majeur dans la popularisation de la méthode linnéenne en adoptant son système de dénomination. A ce titre, il est l'une des autorités taxinomiques majeures en mycologie, notamment pour son rôle dans le sanctionnement du nom des espèces. (155, 196, 488)

Il est à la fois l'auteur du protologue d'une soixantaine d'espèces dont *Lycoperdon echinatum* Pers., le *Peziza repanda* Pers. et le *Coprinus disseminatus* Pers. mais aussi créateur d'une trentaine de genres tels que *Amanita*, *Cortinarius* ou encore *Tremellodon* pour ne citer qu'eux. Il est à l'origine du terme « hyménium » dont il promeut la valeur taxinomique. En effet, l'analyse de la partie fertile du sporophore des champignons permet leur regroupement dans des catégories nouvellement créées : les angiocarpes, si l'hyménium est non apparent ou gymnocarpes si les thèques sont disposées sur un hyménium apparent.

En son honneur, Persoonia est une revue néerlandaise spécialisée dans la phylogénie moléculaire et l'évolution des *Fungi*. (21)

j. BATSCH

August Johann Georg Karl Batsch est né en 1761 à Iena et mort en 1802 dans cette même ville. Botaniste allemand, il publie entre 1783 et 1789 son ouvrage majeur en mycologie, « *Elenchus fungorum* » en 3 volumes. Dans cette œuvre, Batsch enrichit la littérature mycologique d'environ 200 nouvelles espèces de champignons qu'il décrit et auxquelles il joint des planches en couleurs. (485) Il valorise ses descriptions en apportant des précisions sur l'habitat des espèces nommées. Cette donnée écologique fait de lui un pionnier en la matière. Voyons la description qu'il fait de l'actuel *Cyathicula cyathoidea* (Bull.) Thüm. nommé alors *Peziza convivalis*. (Fig. 27) Il consigne que l'habitat de ce champignon est les feuilles de lierre en décomposition. Aujourd'hui l'autécologie de cette espèce est complétée par un habitat plus large comprenant les tiges mortes et les chaumes en voie de décomposition de plusieurs plantes herbacées du genre *Epilobium*, *Eupatorium* et *Rubus* et les espèces *Dipsacus fullonum* (Cardère sauvage), *Ballota nigra* (Balotte) et *Urtica dioica* (Grande ortie). (35)

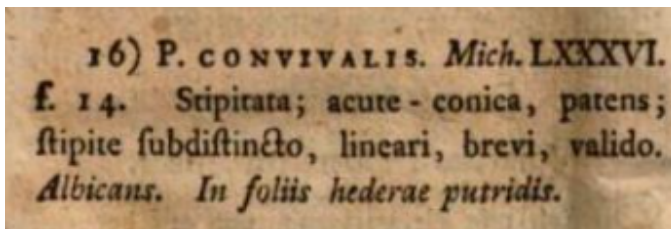


Figure 27 : Description *Peziza convivalis* Mich. p. 121 *Elenchus fungorum* – BATSCH (484)

Parmi les protologues dont Batsch est l'auteur, nous pouvons citer ceux du *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm, du *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. et de *Tapinella atrotomentosa* (Batsch) Šutara. (210)

k. TRATTINICK

Léopold Trattinick est né en 1764 à Klosterneuburg et décède à Vienne en 1849. Botaniste et mycologue, il est le premier à utiliser le mot « mycelium » dans ses écrits pour décrire les filaments ramifiés formant la partie végétative du champignon. Il met en exergue l'importance de ce réseau en comparaison du sporophore. Succinctement, citons parmi ses publications « *Fungi austriaci* » (1804-1805) ainsi que « *Die essbaren Schwämme des Oesterreichischen Kaiserstaates* » (1809). (76,77)

1. SCHWEINITZ

Lewis David von Schweinitz naît en 1780 à Bethlehem et meurt en 1834 dans cette même ville. Botaniste et mycologue, il décrit au cours de sa vie plus de 1 400 espèces de champignons et en répertorie plus de 3 000 faisant de lui le premier mycologue américain. Ses travaux sont consignés dans son ouvrage majeur « *Synopsis fungorum Carolinae superioris* » (1822). (109)

Son nom est associé à celui de Johannes Baptista von Albertini, son professeur (1769 – 1831), auteur de « *Conspectus fungorum in Lusatiae superioris agro Niskiensi crescentium* » (1805). Ensemble, ils publient plusieurs espèces notamment l'*Amanita porphyria* (Sch. & Alb. : Fr.) Secr. et *Faerberia carbonaria* (Alb. & Schw.) Pouzar.

Pour l'anecdote, Fries lui dédiera un champignon en lui donnant son nom, le *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat.

m. Von KROMBHOLZ

Vincenz Julius Edler von Krombholz est né en 1782 à Politz et mort en 1843 à Prague. Médecin et mycologue allemand, il se démarque par son travail sur la toxicité des champignons qu'il teste sur des animaux. (203) Ses observations, ainsi que ses illustrations colorées sont consignées dans un ouvrage en deux volumes dont un posthume qui sera édité par Johann Baptista Zobel en 1846. Le premier volume, « *Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme* » voit le jour en 1831. (303) Son œuvre majeure mycologique est acclamée car elle reflète une fidélité sans nom par le biais de ses somptueuses illustrations colorées. (Fig. 28) (304) De plus, Krombholz, dans son œuvre, décrit également pour la première fois de nombreux champignons tels que la *Russula chloroides* (Krombh.) Bres. (182), la *Russula atropurpurea* (Krombh.) Britzelm (183) ou encore le *Butyriboletus regius* (Krombh.) Arora & JL Frank. (197)



Figure 28 : « Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme », p.77 – Krombholz (305)

n. FRIES

Elias Magnus Fries est un botaniste et mycologue suédois né à Femsjö en 1794 et mort à Uppsala en 1878. Grâce à l'éducation de son père, il acquiert très jeune de solides compétences en botanique. Son intérêt se porte tout naturellement vers la mycologie et alors qu'il n'est âgé que de 21 ans, il publie son premier ouvrage sur les champignons, « Observationes Mycologicae ». (379, 380)

Influencé par la philosophie Romantique d'Oken, naturaliste du XVIII^{ème} siècle, il arbore une vision centrée autour de quatre grands axes qu'il applique au monde végétal puis au règne fongique pour lequel il distingue quatre grandes classes elles-mêmes articulées autour de quatre ordres sous divisés en quatre genres.

Brillant dans ce domaine qu'est la mycologie, il est très vite reconnu comme l'un des grands noms de la discipline et ce notamment pour l'élaboration de sa classification moderne, point de départ de la nomenclature actuelle. (154)

Pour la réaliser, Fries se base sur divers caractères que présentent les champignons, majoritairement externes laissant de côté les caractères microscopiques.

Il prend en compte la forme de ceux-ci, leur taille, leur type d'hyménophore, leur mode d'insertion des lames ainsi que la couleur de leurs spores sans oublier la présence ou l'absence d'anneau ou de volve. (207) Certains autres caractères externes tels que la couleur du chapeau ou encore l'aspect des cuticules sont mis de côté.

Après avoir élaboré ses propres critères de classification, il reprend ensuite un grand nombre d'ouvrages publiés par ses prédécesseurs lui permettant ainsi d'élaborer un index mycologique colossal. Cette élaboration conséquente donne alors naissance à son œuvre majeure, le monumental « Systema mycologicum » (1821-1832) composé de 3 volumes qui révolutionne littéralement le monde de la mycologie. (376, 377, 378)

Fries est considéré, à juste titre, comme le père de la mycologie descriptive. A son actif, ce ne sont pas moins de 2 770 espèces qu'il décrit dans son dernier ouvrage « Hymenomycetes Europaei » (1874). (375)

Autre contribution majeure à la mycologie, Fries publie en 1831 « Lichenographia Europaea Reformata ». Cela fait suite à une longue collaboration avec Acharius notamment pour la rédaction de « Lichenographiae Suecia prodromus ».

✪ Erik Acharius (1757 – 1819), compatriote suédois botaniste et médecin, s'intéresse notamment aux lichens qu'il cherche à classer. Ses écrits, « Lichenographiae Suecia prodromus » (497) (1798), « Methodus lichenum » (1803), « Lichenographia universalis » (1810) et « Synopsis methodica lichenum » (1814) font de lui le père de la systématique des lichens. (373)

Les correspondances de Fries ne se limitent pas uniquement à Acharius. En effet, il entretient notamment de très forts liens épistolaires avec des français comme Montagne, Desmazières, les frères Tulasne ou encore Quélet avec lequel il n'échange pas moins de 67 lettres en 8 ans. (335)

Mycologue incontournable et jugé comme le plus grand de tous les temps, Fries s'impose dans ce domaine par le biais de son « Systema mycologicum » laissant à jamais son empreinte scientifique en ce monde. (9)

o. GREVILLE

Robert Kaye Greville naît en 1794 à Bishop Auckland et décède en 1866 à Edimbourg. Botaniste, bryologiste et mycologue anglais, il publie de 1822 à 1828 « Scottish cryptogamic flora » en 6 volumes, un recueil de descriptions de la flore écossaise cryptogamique. (352, 353, 356) Son apport à la mycologie passe essentiellement par ses représentations. En effet, il est le premier à dessiner des spores et les structures porteuses de spores à partir d'observations microscopiques bien qu'il n'en précise pas la mesure. Pour donner un exemple de champignon à lames, l'illustration 29 représente *Agaricus odoratus*, basidiomycète de la famille des *Agaricaceae* et ses spores. L'illustration 30, *Hydnum imbricatum* un basidiomycète de la famille des *Hydnaceae* montre un bel exemple de champignon à aiguillons. Pour finir la figure 31 illustre *Peziza vesiculosa*, un ascomycète de la famille des *Pezizaceae*.



Figure 29 : *Agaricus odoratus*
« Scottish cryptogamic flora »
V1 p.89 – Greville (357)



Figure 30 : *Hydnum imbricatum*
« Scottish cryptogamic flora » V2
p.33 – Greville (355)



Figure 31 : *Peziza vesiculosa*
« Scottish cryptogamic flora » V2
p.141 – Greville (354)

Les espèces *grevillei* lui sont dédiées comme par exemple, pour ne citer qu'elle, *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer. (181)

p. LEVEILLE

Joseph-Henri Leveille naît en 1796 à Crux-la-Ville et décède en 1870 à Paris. Médecin et mycologue français, son apport majeur au domaine de la mycologie est contenu dans son article intitulé « Sur l'hyménium des champignons » publié en 1837 dans les « Annales des Sciences Naturelles Botaniques ». (267) Son texte s'articule autour de la fructification qu'il cherche à élucider. Il y reprend le constat de Micheli et Hedwig selon lequel les spores sont les graines des champignons. Bien que cette donnée soit admise, Leveillé conclut qu'elle est insuffisante à expliquer comment les corpuscules microscopiques que sont les spores deviennent des champignons et qu'il est nécessaire d'identifier les organes de la production des spores. Ses recherches microscopiques se portent sur l'hyménium, sa structure cellulaire et la fonction des parties qui le constituent. Jusqu'alors l'hyménium n'était que succinctement défini par les autres mycologues tels que Krombholz pour qui l'hyménium est la surface cellulaire correspondant à la fabrication de l'espèce. Persoon décrit sa structure faite de thèques contenant les spores et de paraphyses chez une helvelle. Fries le définit comme un réceptacle de cellules allongées contiguës renfermant les spores.

Leveillé est le premier à constater une différence structurale de l'hyménium au sein des *Hyménothecii*, nom de classe selon Persoon mais dénommés Hyménomycètes par Fries. Cette catégorie regroupait auparavant les agarics, les helvelles, les morilles ou encore les bolets pour ne citer qu'eux. Leveillé constate que cette différence structurale est portée par des organes situés aux extrémités de la membrane fructifiante. Il définit ainsi les basides, observées par Micheli, comme les cellules de la production de spores et définit les spores comme organes de la reproduction, attachées aux extrémités des basides. Leveillé identifie également les cystides, cellules stériles situées entre les basides. Chez d'autres espèces, il observe les paraphyses et en conclut qu'elles sont le pendant des cystides.

En renouvelant ces observations au microscope sur diverses espèces, il distingue deux classes. A la première il donne le nom de « Basidospori » connue aujourd'hui sous le nom de Basidiomycètes qui regroupent les champignons pour lesquels la surface est recouverte de basides et de cystides. La seconde classe qu'il nomme « Thecospori » est connue de nos jours sous le nom des Ascomycètes. Y sont intégrés les champignons dont l'hyménium est formé par des asques.

q. LENZ

Harald Othlar Lenz est né en 1798 à Schenpfenthal et décède dans cette même ville en 1870. Botaniste allemand, il publie en 1831 son seul et unique ouvrage en mycologie, le livre « Die schädlichen und nützlichen Schwämme » soit littéralement « Les champignons nuisibles et bénéfiques. » (269) Dans cette œuvre, il décrit de nombreux champignons, notamment des agarics, des amanites, des bolets ou encore des clavaires. De plus, il nommera le *Boletus satanas* Lenz (Fig. 32) aujourd'hui connu sous le nom de *Rubroboletus satanas* (Lenz) Kuan Zhao & Zhu L. Yang 2014. (184)

Lenz dispose également d'un genre parmi les Polypores, *Lenzites* Fr. dédié par Fries. Pour illustrer ce genre nous pouvons mentionner *Lenzites betulinus* (L.) Fr. (189)

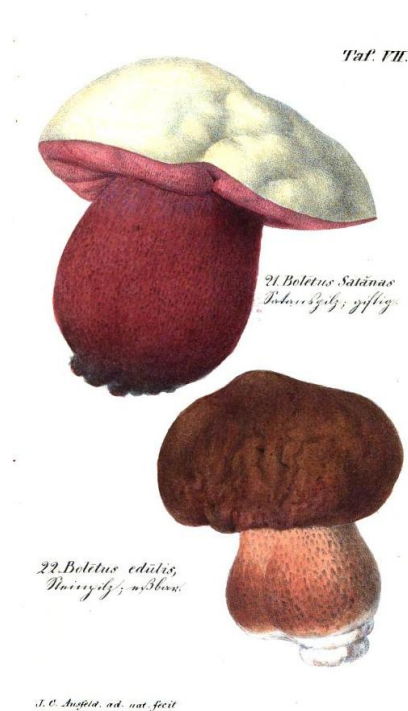


Figure 32 : *Boletus satanas* Lenz Tabl VII,
« Die schädlichen und nützlichen Schwämme » - Lenz (270)

r. LES FRERES CROUAN

Pierre Louis Crouan naît en 1798 à Brest et y décède en 1871. Son frère, Hippolyte-Marie Crouan naît en 1802 et décède en 1871 dans la même ville. Tous deux pharmaciens et botanistes français, ils réalisent de nombreux travaux sur les algues et quelques-uns sur les champignons. Cependant, leur apport à la mycologie est déterminant car les Crouan soulignent l'importance des examens microscopiques des champignons en les introduisant dans les protologues comme en témoigne leur publication de 1858 dans l'Annales des Sciences Naturelles « Note sur neuf ascobolus nouveaux ». (420)

En plus de cela, ils mettent en évidence dans leurs écrits la présence d'opercules au sommet de certains asques ce qui les amènent à classer tous les champignons présentant cette caractéristique dans le genre *Ascobolus* (454) ainsi que cela est observable dans « Florule du Finistère » (419) notamment avec *Ascobolus Cookei* Crn et *Ascobolus Persoonii* Crn. (Fig. 33)

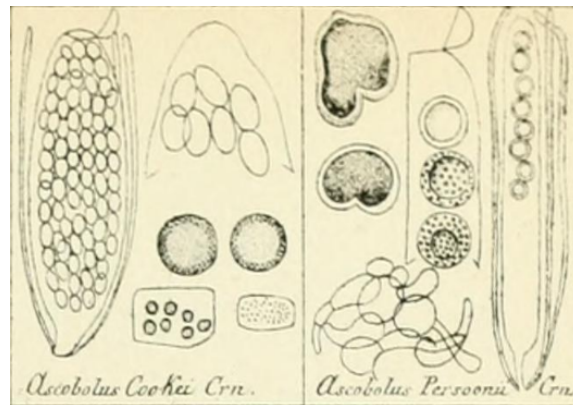


Figure 33 : *Ascobolus Cookei* Crn. et *Ascobolus Persoonii* Crn.
Pl. suppl. p.342, « Florule du Finistère » – Crouan (418)

5. XIX^{ème} siècle

a. VITTADINI

Carlo Vittadini naît en 1800 à Monticelli et décède en 1865 à Milan. Médecin et mycologue italien, il présente une thèse sur les amanites en 1826.

Dans ses ouvrages « Monographia Tuberacearum » (1831) et « Descrizione dei funghi mangerecci più comuni dell'Italia e de' velenosi che possono co' medesimi confondersi »

(1835), Vittadini décrit et illustre de nombreux champignons, notamment des truffes. (23, 54) Au total, ce sont près de 90 nouvelles espèces de champignons qu'il découvre telle que *Tuber aestivum* Vittad. pour ne citer qu'elle. Dans ses œuvres, Vittadini décrit les spores et indique des couleurs de sporée. A titre d'exemple, citons *Elaphomyces variegatus* Vittad. Ceruti dont il dit que les spores sont noires et rouges et l'illustre par la figure IV du tableau IV (Fig. 34), ou *Elaphomyces aculeatus* Vittad. aux spores noires dessiné figure XIII, tableau III (Fig. 35) dans « Monographia Tuberacearum ».



Figure 34 : p. 112 « Monographia tuberacearum » – Vittadini (56)



Figure 35 : p. 116 « Monographia tuberacearum » – Vittadini (55)

b. BERKELEY & BROOME

Miles Joseph Berkeley naît en 1803 à Biggin Hall et décède en 1889 à Sibbertoft. Homme d'église, botaniste et mycologue britannique il est notamment connu pour les nombreuses descriptions de champignons qu'il réalise au cours de sa vie. En effet, ce sont au total, plus de 6 000 espèces qui ont été décrites par ses soins, ce qui lui vaut la qualification de père de la mycologie britannique. Avec son acolyte Broome, ils sont à l'origine de nombreux

protologues dont ceux de l'*Amanita ceciliae* (Berk. & Broome) Bas. ou de *Leucocoprinus badhamii* (Berk. & Broome) Locq. (200, 188, 478)

En 1860, il publie son ouvrage « Outlines of British fungology » dans lequel il donne une description de plus de 1 000 espèces de champignons peuplant des îles britanniques accompagnées de superbes planches colorées. (Fig. 36) (480)



Figure 36 : Basidiomycètes, Plate 5, « Outlines of British fungology » – Berkeley (479)

Jusqu'à la publication en 1871 de « Hand-book of British Fungi » de Cooke, l'œuvre de Berkeley reste la seule du genre pour décrire la fonge anglaise. (185, 481)

Berkeley est un pionnier des pathologies végétales, dont il fait sa spécialité. C'est en effet lui qui observe et décrit pour la première fois *Phytophthora infestans*, un oomycète responsable d'une maladie cryptogamique : le mildiou de la pomme de terre. Rappelons que les oomycètes ont depuis quitté le règne des *Fungi* pour celui des *Chromista*. Lors de ses recherches sur ces protistes filamenteux, il rapporte la présence de taches brunes ou blanches cotonneuses sur les feuilles entraînant le pourrissement de la feuille d'abord puis du rameau et enfin de la plante entière. (329)

✪ C'est de Bary qui, en 1876, décrira précisément *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary et en élucidera son cycle de vie. Il mettra en évidence le lien entre l'agent pathogène, la maladie et les observations de Berkeley qui en sont les symptômes. (219)

Heinrich Anton de Bary, né en 1831 à Francfort-sur-le-Main, décède en 1888 à Strasbourg. Botaniste, chirurgien et mycologue prussien, il est l'un des pionniers de la phytothérapie ainsi que de l'étude de quelques champignons parasites comme par exemple le mildiou ou encore la rouille du blé. Tout cela est consigné dans sa publication de 1863 « Recherches sur le

développement de quelques champignons parasites ». Il précise par ailleurs le terme de « symbiose » dans son écrit en 1879 « Die Erscheinung der Symbiose » entre les algues et les champignons. (240, 38)

Christopher Edmund Broome est né en 1812 à Berkhamsted et décède en 1886 à Elmhurst. Mycologue britannique, il s'intéresse plus particulièrement aux truffes. A la suite d'envoi de ses diverses collections à Berkeley, il collabore avec lui et durant près de 4 décennies, les deux mycologues travaillent ensemble pour décrire les champignons présentés dans « Notices of British Fungi ». (478) Berkeley et Broome coopèrent également pour l'écriture de divers articles, par exemple « The fungi of Ceylon » et « List of fungi from Brisbane, Queensland with descriptions of new species » où ils décrivent de nouvelles espèces de champignons. Ils sont également à l'origine du genre *Laccaria* (Berk. & Broome).

Plusieurs espèces ont été dédiées à Berkeley, il s'agit notamment *Cortinarius praestans* (Cordier) Gillet ou le *Bondarzewia berkeleyi* (Fr.) Bondarstev & Singer respectivement connus comme le Cortinaire et le Polypore de Berkeley. (110)

Du côté de Broome, deux genres, *Broomeia* et *Broomella* lui sont dédiés ce qui amène entre autres au *Nectriopsis broomeana* (Tul & C. Tul) W. Gams (165) ou encore au *Melanogaster broomeanus* (Berk). (408)

c. GILLET

Claude Casimir Gillet naît en 1806 à Dormans et décède en 1896 à Alençon. Botaniste et mycologue français, il est notamment reconnu dans le domaine de la mycologie pour la qualité de ses planches, simples, donc accessibles à tous. En effet, pour les réaliser, Gillet se base uniquement sur des critères observables à l'œil nu ainsi qu'à la loupe. Dans ses descriptions des champignons, Gillet ne mentionne que les spécificités les plus faciles à observer et les plus discriminantes afin que l'étude mycologique reste à la portée du plus grand nombre. (208) (Fig. 37 et 38)

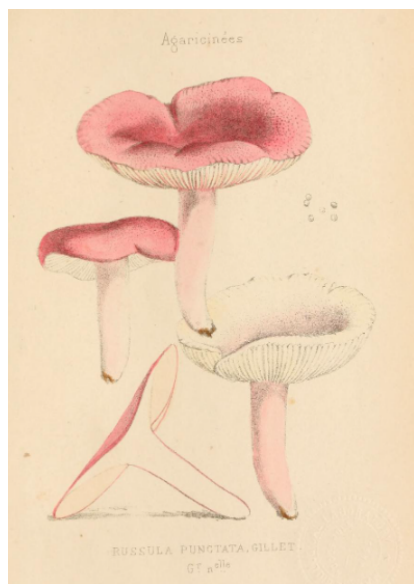


Figure 37 : *Russula punctata*,
« Les champignons qui croissent en
France », p.89 – Gillet (363)

33. (†). RUSSULA PUNCTATA, Gillet (*R. ponctuée*).

Chapeau charnu, mince sur les bords, convexe, puis plan et déprimé, visqueux principal. lorsque le temps est humide, strié sur les bords, surtout étant vieux, d'un beau rose, plus foncé au centre, et couvert d'un pointillé ou plutôt de petits tubercules nombreux, noirâtres ou d'un rouge noirâtre (il pâlit en vieillissant, devient presque entièrement blanc, le centre conservant une teinte purpurine très-claire), diam. 5-6 c. Feuilletts

assez nombreux, légt. adhérents, convexes, blancs-jaunâtres, avec qqf. la tranche rougeâtre. Pied plein, concolore au chapeau, excepté à la base qui est blanche et atténuée, long. 3-4 c., épais. 1 c. environ. Chair blanche, rougeâtre sous l'épiderme du chapeau. Saveur douce. Odeur nulle. Spores blanc-jaunâtre.

Habitat : Dans les bois, le long des chemins, parmi les graminées. Juin, juillet.

Figure 38 : Description de *Russula punctata*, p.246,
« Les champignons qui croissent en France – Gillet (365)

Ses ouvrages « Les champignons (fungi, hyménomycètes) qui croissent en France, description et iconographie, propriétés utiles ou vénéneuses » (1878) et « Les Discomycètes » (1879) attestent de sa minutie et de son exactitude. (364, 366, 367, 368)

En outre, Gillet nomme également plusieurs champignons tels que le *Conocybe pubescens* (Gillet) Kühner (195) ou encore l'*Entoloma madidum* Gillet et en reclasse d'autres tel que la *Tubaria furfuracea* (Pers.) Gillet promulgue ainsi la *Tubaria* au statut de genre et non plus de sous-genre comme Smith l'avait fait auparavant.

De plus, il est également l'autorité taxinomique du genre *Microglossum*. (208) En effet, il est le premier à délimiter ce genre et reclasse donc les champignons existants correspondants à sa définition. En 1879, ceux-ci sont au nombre de quatre : *Microglossum atrovirens* (Kunze & J.C. Schmidt) Gillet, *Microglossum olivaceum* (Pers.) Gillet, *Microglossum olivaceum* var. *olivaceum* (Pers.) Gillet, *Microglossum viride* (Schrad. ex J.F. Gmel.) Gillet. (112, 111)

d. CORDA

August Karl Joseph Corda naît à Liberec en 1809 et décède en mer, dans l'Océan Atlantique, en 1849. Botaniste, médecin et mycologue tchèque il est essentiellement connu dans ce troisième domaine pour son écrit en 6 volumes « Icones fungorum hucusque cognitorum » qu'il publie de 1837 à 1842. (430) Dans cette œuvre, il se charge des analyses microscopiques

des livres de Krombholz. Corda, tout en respectant les rangs taxinomiques propose une nouvelle hiérarchisation des espèces à partir des critères microscopiques. Son travail d'observation microscopique des champignons et moisissures est colossal et sa méthode de classement novatrice. Il lègue à la mycologie un grand nombre d'illustrations précises avec notamment la présence et la mesure des spores ainsi que d'autres éléments différenciés. La minutie de ses dessins est félicitée par ses homologues. Il est remarqué pour la mise en évidence des anthéridies ou des anthères ou des pollinides chez certains *Coprinus* que Léveillé identifiera comme des cystides. (Fig. 39)



Figure 39 : Schémas d'observations microscopiques *A. coprinus*, figures 120 et 121, tome 3 "Icones fungorum hucusque cognitorum" – Corda (429)

Corda est également l'auteur de nouvelles espèces dont *Leucocoprinus birnbaumii* (Corda) Singer et *Leucocoprinus luteus* (Corda) Singer. Il est à l'origine des genres *Melanospora*, *Peronospora* et *Rhopalomyces*.

Finalement, son système de classification priorisant les critères microscopiques s'avère moins pertinent que celui déjà établi par Fries. En effet, le résultat est une hiérarchie moins naturelle et imparfaite. Dans son livre, H.F Bonorden concède qu'une utilisation des critères microscopiques est nécessaire notamment pour appréhender les formes inférieures comme les Coniomycètes et Hyphomycètes. Cependant il conclut que ceux-ci ne peuvent servir qu'à enrichir les systèmes préalablement établis. (466) C'est la raison pour laquelle nombre de descriptions d'espèces de Corda sont dorénavant des synonymes comme par exemple pour les champignons *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan, *Tuber melanosporum* Vittad ou encore *Helvella elastica* Bull ; même constat pour les moisissures. Pour ne citer qu'elle, *Stachybotrys atra* Corda, est devenu le synonyme de *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes. (198, 179, 192)

e. TULASNE & TULASNE

Louis-René Etienne, dit Edmond Tulasne est né en 1815 à Azay-le-Rideau et meurt en 1885 à Hyères. Mycologue et médecin français, il publiera, avec son frère Charles, deux ouvrages mycologiques : « Fungi hypogaei : histoire et monographie des champignons hypogés » en 1851 et « Selecta fungorum carpologia » en 3 volumes de 1861 à 1865. (74, 71, 73) Au sein de leur association, l'aîné étudie les champignons et les décrit tel que *Ascocoryne cylichnium* (Tul.) Korf pour ne citer que lui, alors que le cadet les illustre. (199) Charles Tulasne, lui aussi médecin et mycologue est né à Langeais en 1816 et mort à Hyères en 1884. Célèbre pour ses illustrations, il sera titré comme « l'Audubon des champignons » en référence au célèbre ornithologue du même nom qui, comme lui, illustre avec une minutie parfaite chaque caractéristique des oiseaux. (Fig. 40)



Figure 40 : 1 à 6 : *Melanconis modonia* Tul.
7 à 17 : *Melanconis umbonata* Tul.
Tab. XV « Selecta fungorum carpologia » -
Tulasne & Tulasne (72)

Un genre de Corticiés est dédié aux frères Tulasne, il s'agit de *Tulasnella* J. Schröt et plus d'une vingtaine d'espèces leur sont également dédiées.

Edmond Tulasne est l'auteur du genre *Cordyceps* qu'il propose dans le volume 1 de « *Selecta fungorum carpologia* » confirmant ainsi la liaison existante entre le mal des ardents et l'ergot de seigle.

Dans « *Fungi Hypogaei* », les deux frères proposent des descriptions étayées de nombreux dessins microscopiques de spores, d'asques et de paraphyses. (74) C'est au cours de leur étude sur les structures de l'hyménium qu'ils montrent, avec Anton de Bary, la coexistence des modes de reproduction sexuée et asexuée pour de nombreuses espèces de champignons. (75) Ce faisant, ils introduisent le concept de pléomorphie en mycologie. (311) Cette découverte renverse complètement l'approche de la taxinomie qui jusqu'alors divisait les espèces en fonction de leurs modes de reproduction, les Deutéromycètes étant ceux à reproduction asexuée et les Ascomycètes et Basidiomycètes étant ceux à reproduction sexuée. Cela met aussi en évidence que des espèces Deutéromycètes jouissent d'une double nomenclature : celle des Deutéromycètes classant l'anamorphe et celle des Ascomycètes voire des Basidiomycètes catégorisant le téléomorphe. (53)

f. BARLA

Jean-Baptiste Barla naît en 1817 à Nice et décède dans cette même ville en 1896. Mycologue français, adorateur de sa ville, ses écrits sont centrés sur les champignons des Alpes-Maritimes comme en témoignent ses ouvrages « *Les Champignons de la Province de Nice* » (1859), « *Liste des champignons nouvellement observés dans le département des Alpes-Maritimes* » (1885) ou encore « *Flore mycologique illustrée : les champignons des Alpes-Maritimes* ». (487, 486) Dans ceux-ci, Barla s'efforce de décrire les Hyménomycètes et les Gastéromycètes des alentours de Nice. Il décrit en 1888 *Amanita lepiotoides* Barla. Il est également l'auteur de plusieurs autres espèces telles que le *Boletus sphaerocephalus* Barla ou encore *Lepiota procera* var. *fuliginosa* Barla nommée actuellement *Macrolepiota fuliginosa* (Barla) Bon. (163)

Plusieurs espèces lui sont aujourd'hui dédiées : à titre d'exemple, *Scutellinia barlae* (Boudier) Maire ou encore *Geoglossum barlae* Boudier. (164, 160)

Fait intéressant, Barla est également à l'origine de plusieurs milliers de moulages de champignons qu'il lèguera à la ville de Nice. Ceux-ci, réalisés dans diverses matières telles que du papier mâché ou encore de la cire, représentent les champignons qu'il a observés dans les alentours de sa ville. (441)

g. COOKE

Mordecai Cubitt Cooke naît en 1825 à Horning et décède à Southsea en 1914. Mycologue anglais, il publie « Handbook of british Fungi, with full Descriptions of all the Species » (1871) ou encore « Mycographia, seu Icones fungorum. Figures of fungi from all parts of the world, drawn and illustrated by M.C. Cooke » (1875 – 1879). (432, 431, 449) Ces travaux regroupent descriptions de champignons et illustrations colorées. Plusieurs espèces de champignons portent son nom telles que *Boletus cookei* Sacc. & P. Syd., *Collybia cookei* (Bres.) J.D. Arnold (85) ou encore *Inocybe cookei* Bres. (201, 161)

Il est également l'autorité de dénomination du basidiomycète *Laccaria amethystina* Cooke. (437, 191) En effet, bien que l'on doive la première description du champignon à Hudson en 1778, le nom *Agaricus amethystinus* qu'il lui donna fut considéré illégitime et le protologue est attribué à Cooke en 1884. C'est Cooke qui, reprenant la proposition de Berkeley et Broome de créer un nouveau genre pour les « *Agaricus laccatus* et leurs semblables », définit le genre *Laccaria* nécessaire à la classification de ces champignons qui divergent trop du genre *Agaricus*. C'est ainsi que dans le volume 12 de « Grevillea », il classe *Laccaria laccata* (Scop.), *Laccaria tortilis* (Bolt.), *Laccaria amethystina* (Bolt.), *Laccaria bella* (Pers.), *Laccaria spodophora* (B. & Br.), *Laccaria sublaccata* (B. & Br.), *Laccaria porphyrodes* (B. & Br.) et *Laccaria vinosofusca* (B. & Br.).

Cooke est l'auteur de « Introduction to the study of fungi : their organography, classification and distribution, for the use of collectors » en 1895, œuvre majeure pour la mycologie anglaise. (434) En effet, depuis les écrits de Berkeley, « Introduction to Cryptogamic Botany » publié en 1857, aucun autre ouvrage en anglais n'approchait la systématique. (202, 209) C'est Cooke qui comble ce vide en actualisant les connaissances de la fonge anglaise.

h. BOUDIER

Jean-Louis Emile Boudier, né en 1828 à Garnay, décède en 1920 à Blois. Ce pharmacien et mycologue français est surtout réputé pour ses recherches sur les Discomycètes. Il étudie la déhiscence des asques servant à libérer les spores pour la reproduction du champignon. Conscient de l'importance de ses travaux, il publie de nombreux textes. En 1885, dans son « Essai sur la classification des Discomycètes charnus », il rapporte ses observations sur les

modes d'ouverture des asques. Il distingue ainsi les asques operculés des asques inoperculés. (369)

Sur la figure 41, on observe les asques operculés, larguant les spores suite à l'ouverture d'une sorte de languette et les inoperculés quand il n'y a rien pour fermer le pôle apical de l'asque, les spores passant à travers un orifice de structure différente selon les espèces. (255)

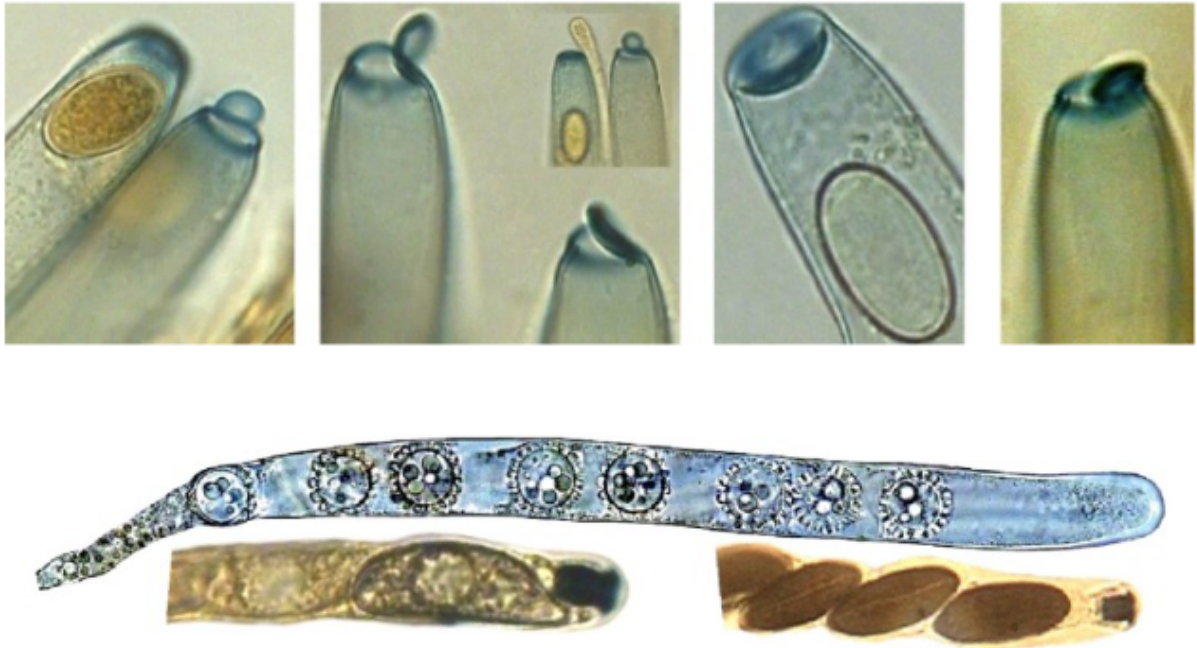


Figure 41 : Microscopies colorées d'asques de champignons disco-operculés (en haut) et disco-inoperculés (en bas) (442)

Cette découverte lui permet de séparer les Discomycètes en 2 groupes. Ainsi, dans « Les Discomycètes d'Europe » publié en 1907 et « Histoire et classifications des Discomycètes d'Europe » publié en 1909, il crée une nouvelle nomenclature pour les Discomycètes. (461, 64) À partir de critères morphologiques des organes de reproduction, ce sont 3 300 espèces de Discomycètes qui sont classées en 225 genres naturels dans ces ouvrages. (306)

Au fil de ses écrits, Boudier décrit de nombreuses espèces telles que *Laccaria proxima* (Boud.) Pat (190), *Ganoderma resinaceum* Boud. (193) ou encore *Peziza arvernensis* Roze & Boud (186) ainsi que deux genres qui sont *Ascophanus* et *Pulvinula*.

Deux genres lui ont été dédiés : les genres *Boudiera* et *Boudierella*. (204) Il est en de même pour le nom d'espèce *boudieri*. Nous le retrouvons par exemple avec *Myochromella boudieri* (Kühner & Romagnesi) V. Hofstetter (162) ou *Coprinus boudieri* Quelet.

En dehors de ses travaux concernant la classification des Ascomycètes, Boudier est également reconnu dans le monde de la mycologie pour son atlas d'aquarelles en 6 volumes publiés entre 1904 et 1910 ; « Icones mycologicae ». (462, 383)

A Epinal, en 1884, il fonde avec le concours de 3 mycologues qui sont Quélet, Mougeot et Ferry, d'un pharmacien, Patouillard et d'un professeur, Forquignon, la Société Mycologique de France qu'il aura l'honneur de présider durant plusieurs années. De nombreux autres mycologues amateurs contribueront à cette création. (30)

i. QUELET

Lucien Quélet est né en 1832 à Montécheroux et décède en 1899 à Hérimoncourt. Médecin, naturaliste et mycologue français, il est notamment célèbre dans ce dernier domaine pour ses descriptions concises de champignons pour lesquelles il insiste sur les détails à observer à l'œil nu afin de les différencier entre eux.

De plus, ainsi que le souligne le chapitre qu'il a rédigé dans les Mémoires de la société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux : « Aperçu des qualités utiles ou nuisibles des champignons », il s'intéresse particulièrement aux caractères organoleptiques de ceux-ci. (142) Il s'attèle à la description gustative des champignons comestibles et aux symptômes de ceux ne l'étant pas d'après ses propres expériences ou bien à partir des témoignages de ses comparses. Il a lui-même été le premier à donner une liste des symptômes provoqué par l'intoxication d'un *Entolome livide* dont il a été victime.

En 1872, Quélet publie son premier ouvrage, dédié à son maître Fries avec qui il correspond énormément en latin, « Les Champignons du Jura et des Vosges ». (143, 144, 145) Considérée comme l'œuvre de sa vie, elle sera complétée par ses soins de 22 suppléments et de deux hors-séries ce qui lui vaudra plusieurs prix. Quélet y décrit et classe les mycètes selon leur caractère endosporé ou exosporé. Il aborde dans un premier temps les champignons Hyméniés qui appartiennent à la classe des Hyménomycètes, suivi des Péridiés qui appartiennent quant à eux aux Gastéromycètes. Ensuite, il aborde les Cupulés appartenant aux Discomycètes et termine avec les Nuclées appartenant aux Prenomycètes. Cet ouvrage gigantesque sera complété au fur et à mesure par de nombreuses planches colorées.

Féru d'échanges, il en entretient énormément avec d'autres contemporains tels que Boudier, Bresadola, Cooke ou encore Patouillard.

En 1885 paraît « *Enchiridion fungorum in Europa media et praesertim in Gallia vigentium* », ouvrage dans lequel il décrit, une fois de plus, de nombreuses espèces en réalisant cependant une classification nouvelle, s'éloignant de celle de son maître, Fries. (141) Les changements qu'il souhaite apporter sont relatifs aux genres des classes des Hyménomycètes, des Gastromycètes ainsi que des Ascomycètes.

En effet, Quélet souhaite créer de nouveaux genres, qui sont, dans l'ordre alphabétique : *Calathinus*, *Coprianus*, *Drosophila*, *Dryophila*, *Dictyopus*, *Geophila*, *Omphalina*, *Pluteolus*, *Rhodophyllus*. Sa classification prévoit également que les *Armillaria* et les *Tricholoma* deviennent des sous-genres des *Gyrophila*. Il en est de même pour le *Clitocybe* qu'il fait intégrer au genre *Omphalia*. Il souhaite également apporter des modifications à la nomenclature des Agarics, dont il juge la classification majoritairement hétéroclite. En effet, il souhaiterait que les genres *Claudopus*, *Eccilia*, *Entoloma*, *Flammula*, *Hebeloma*, *Hypholoma*, *Leptonia*, *Naucoria*, *Nolanea*, *Panaeolus*, *Pholiota*, *Psathyra*, *Psathyrella*, *Psilocybe*, *Stropharia* se voient incorporés dans les genres de sa nouvelle classification.

De même, il souhaite morceler le genre *Boletus*, comprenant jusqu'alors tous les types de bolets, en sept genres. Même transformation pour les genres *Polyporus* et *Hydnum* qui se verraient divisés, respectivement, en onze et quatre genres.

Des transformations s'opèreraient donc également au niveau des dénominations. On peut citer, le *Boletus edulis*, qui par exemple, se verrait renommé *Dictyopus edulis* ; le *Polyporus fomentarius* deviendrait *Placodes fomentarius* et le *Polyporus igniarius* deviendrait quant à lui *Phellinus igniarius*.

Pour finir, il souhaiterait que la morille devienne le genre *Morilla* en remplacement du genre *Morchella* ou encore les pratelles ne se verraient plus nommer *Psalliota* mais *Pratella*.

D'autres genres, quant à eux, auraient littéralement et simplement disparus. Citons les genres des *Bovista* ou encore des *Lycoperdon* qu'il nommerait *Globaria* et *Ulraria*. (59)

Malgré une tentative de classification qui se voulait novatrice, celle-ci restera vaine, jugée moins pertinente que celle de son maître Fries qui restera la norme.

Bien que de nouvelles espèces aient été décrites et intégrées par Quélet, environ 400 au fil de ses œuvres, il est important de noter que nombre d'autres sont devenues des variétés d'espèces, raison pour laquelle après le nom d'une espèce il n'est pas rare de trouver l'abréviation « var. » ou encore des sous-espèces.

En 1888, Quélet publie « Flore mycologique de la France et des pays limitrophes » dans laquelle il décrit de manière concise et précise tous les champignons qu'il a rencontré au fil de son périple en reprenant la propre systématique qu'il a tenté d'introduire en 1885. (140) Ce

livre s'imposera comme une référence indéniable pour la diagnose des champignons supérieurs.

Très bon descripteur, Quélet sera une référence pour la mycologie grâce à ses découvertes et descriptions. Cependant, il est bon de noter qu'il s'est avéré être un très mauvais systématicien. (139, 382)

Quélet a également joué un rôle prépondérant dans la naissance de la Société Mycologique de France dont il sera le premier président.

Il se voit dédié par Fries le genre *Queletia* Fr. et plus d'une soixantaine d'espèces.

j. PECK

Charles Horton Peck naît en 1833 à Sand Lake et décède en 1917 à Albany. Il est considéré comme le plus grand mycologue américain. En effet, au fil de ses écrits que sont « Report of State Botanist » publié de 1899 à 1913, « Edible fungi of New York » en 1900 ou encore « New species of fungi » de 1885 à 1913, ce ne sont pas moins de 2 000 à 3 000 espèces de champignons d'Amérique du Nord décrites par Peck. (158, 159, 220)

k. SACCARDO

Pier Andrea Saccardo est né en 1845 à Trévisse et décède à Padoue en 1920. Mycologue italien, il enrichit considérablement la flore de son pays par le biais de son ouvrage « Mycologiae Venetae specimen » qu'il publie en 1873. (123) En effet, comptant auparavant quelques 200 espèces, la flore italienne se retrouve enrichie quintuplement par Saccardo. Attaché à la classification de Fries, il la suit scrupuleusement en y apportant le critère polymorphisme des frères Tulasne. Féroce de microscopie, Saccardo mesure les sporidies et les asques des champignons qu'il étudie jusqu'aux micromillimètres. (Fig. 42)

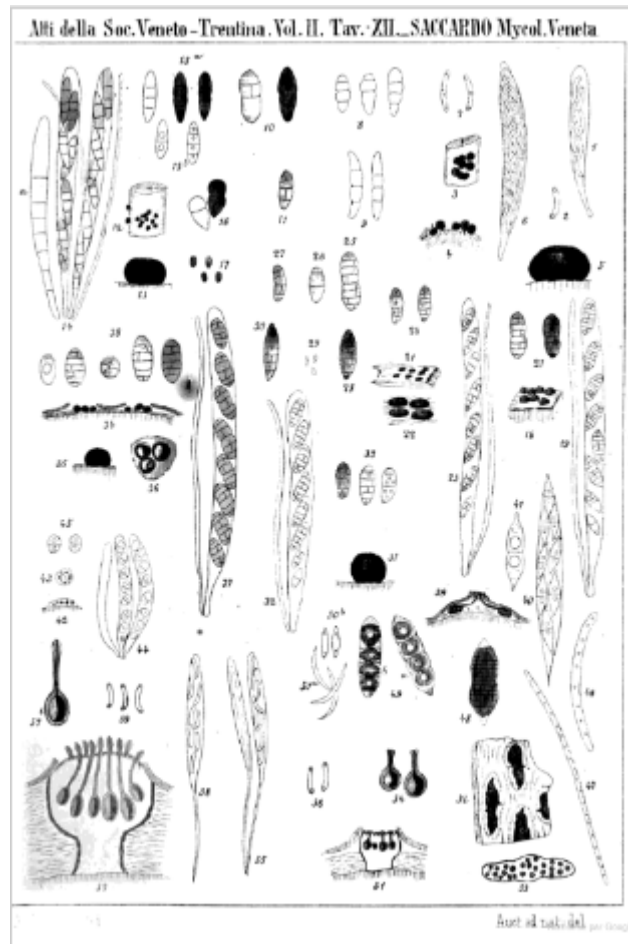


Figure 42 : Schémas de microscopie Tav. XII. p.242, Vol. II,
 « Mycologiae Venetae specimen » - Saccardo (123)

Son œuvre majeure est incontestablement « Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum » dont le premier volume est publié en 1882. (121) Dans cet ouvrage, il réalise un inventaire de tous les champignons connus jusqu'alors puisque selon lui c'est une nécessité d'avoir une vue globale des espèces identifiées. Ce travail colossal réalisé sur plusieurs années est une véritable pépite dans la taxinomie. (8) Dans le volume III, il propose une classification des Deutéromycètes basée sur l'aspect des thalles conidiogènes et les types de conidies.

Dans « Michelia: commentarium mycologicum » (1877-1882), sa véritable préoccupation est la classification des espèces. (122) Pour cela, il se base sur la morphologie et la couleur des spores. Avec Bresadola, ils sont les précurseurs de la mise en valeur des caractères biologiques, chimiques et cytologiques pour la classification des champignons. Saccardo cherche avant tout à unir les caractères de la végétation des champignons à ceux de leur fructification. Ce faisant, il est à l'origine du terme *Deuteromycetae* qu'il utilise pour désigner les espèces de champignons se reproduisant de manière asexuée jusqu'alors nommée *Fungi Imperfecti* par Fuckel.

Dernière œuvre notable, « Fungi italici autographie delineati et colorati » (1877-1886) représente plus d'un millier de planches dans lesquelles Saccardo illustre en couleurs des spores ainsi que des asques comme en témoigne l'illustration ci-dessous. (Fig. 43) (120)



Figure 43 : Hyphomycètes p.22 "Fungi italia"- Saccardo (120)

Il est également l'auteur de 6 genres dont que *Lasiobolus* Sacc. ou encore *Bisporella* Sacc.

1. BRESADOLA

Giacomo Bresadola naît en 1847 à Ortisé et décède en 1929 à Trente. Botaniste et mycologue italien, il se passionne pour ce deuxième domaine suite à sa rencontre avec Saccardo. A ce titre, il publie le premier volume de son « Fungi tridentini novi, vel nondum delineati, descripti, et iconibus illustrati » (1881-1892) dans lequel il réalise une description des espèces de champignons qu'il rencontre dans le Trentin. (459) En outre, Bresadola apporte à son œuvre une vision microscopique des spores qu'il mesure. Il réalise également des planches comportant des visions de coupes des champignons et détaille leurs asques et spores constituant ainsi un véritable atlas. (Fig. 44)



Figure 44 : *Pleurotus columbinus* Quel. n.sp. – « Fungi Tridentini » Tab VI - Bresadola (456)



Figure 45 : *Amanita muscaria* L. « Iconographia mycologica » p.35 Tab 8 - Bresadola (457)

Proche de grands mycologues avec qui il entretient des correspondances épistolaires, il devient un spécialiste des Agaricomycètes, des Aphylophorales ainsi que des Discomycètes. Véritable précurseur dans les études menées sur les Aphylophorales, il en décrit de nombreuses espèces aussi bien des Corticiacées que des Polypores. (458)

Etudiant et déterminant des espèces exotiques du monde entier qui lui sont envoyées, il publie en 1927 le premier volume de son œuvre colossale « Iconographia mycologica ». (455) Dans cet ouvrage, en partie posthume, il ne se cantonne plus aux espèces du Trentin mais à toutes celles qu'il aura étudiées au cours de sa vie en gardant cette importance de la description microscopique. (Fig. 45) Ainsi, ce ne sont pas moins d'une vingtaine de volumes qui seront publiés et plus de 1250 planches réalisées. Au cours de sa vie, Bresadola décrit environ 1 000 espèces et sera l'auteur d'une quinzaine de genres tel que *Bourdotia*, *Copelandia* ou encore *Jaapia*.

L'Association Mycologique Bresadola (AMB) a été créée en son honneur en 1957 à Trente. Il s'agit de la plus grande société de mycologues au monde. (28)

m. RICKEN

Aldabert Ricken est né en 1851 à Fulda et décédé en 1921 à Fritzlar. Prêtre et mycologue allemand, il publie deux ouvrages mycologiques que sont « Die Blätterpilze (Agaricaceae) Deutschlands und der angrenzenden Länder, besonders Oesterreichs und der Schweiz » et « Vademecum für Pilzfreunde » (1918) (128, 129) Véritable descripteur d'espèces, il s'illustre par le biais de ses travaux dans la classification des champignons et notamment des Agaricacées pour lesquelles il mentionne les caractères des spores ainsi que ceux des basides les produisant.

n. PATOULLARD

Narcisse (Théophile) Patouillard naît à Macornay en 1854 et décède en 1926 à Paris. Pharmacien et mycologue français, il est notamment célèbre dans le domaine mycologique pour son apport dans la classification des Basidiomycètes. En effet, dans son ouvrage « Les Hyménomycètes d'Europe : Anatomie générale et classification des champignons supérieurs » il divise cette classe en fonction de la forme de leur baside entre les champignons hétérobasidiés et ceux homobasidiés. (169) A la suite de nombreuses découvertes d'espèces mondiales, cette classification est complétée par sa thèse de doctorat de 1900, « Essai taxinomique sur les familles et les genres des Hyménomycètes » dans laquelle il donne des sous-divisions des Basidiomycètes hétérobasidiés et homobasidiés. (168) Pour ce faire, il observe leurs hyméniums, les décrit et les distingue entre Angiocarpes, Gymnocarpes et Hémiangiocarpes. Cet apport de Patouillard fera de lui la figure de proue mycologique du XX^{ème} siècle. En effet, bien que ses travaux aient été ignorés de ses contemporains, l'évolution poussera ses successeurs du monde entier à reconnaître la puissance de son travail par le biais des méthodes d'analyses modernes que sont la biologie, la chimie et la cytologie. En effet, ses descriptions minutieuses appuyées sur des figures microscopiques extrêmement précises seront reprises après des analyses poussées qui confirmeront ses travaux.

Pour son œuvre « Tabulae analyticae fungorum : Descriptions et analyses microscopiques des champignons nouveaux, rares ou critiques » il recevra le prix Montagne de la part de l'Académie des Sciences ; œuvre dans laquelle il parle de la structure intime des champignons en les définissant et les illustrant. (170)

Auteur de plus de 250 publications, ses travaux portent sur la flore mycologique mondiale.

De plus, ses écrits permettent de donner au genre *Polyporus* une indépendance dont il ne bénéficiait point jusqu'alors et confirmera que *Lentinus* Fr. dispose d'un lien de parenté avec lui.

Une grande majorité des taxons qu'il énumère dans cet ouvrage est encore valide de nos jours qu'ils s'agissent de genres ou d'espèces.

Lui aussi fondateur de la Société Mycologique de France, il succède à Quélet et Boudier au rang de président.

Afin d'illustrer les apports de Patouillard au monde mycologique, citons Georges Becker qui dira de son prédécesseur les mots suivants : « Ce qu'on appelle la Mycologie moderne a dû son essor à un très grand esprit : Narcisse Patouillard. Ce Jurassien obstiné, dont les connaissances n'étaient peut-être pas plus étendues que celles de ses contemporains, avait sur eux une supériorité incontestable : la largeur de l'intelligence. Je veux dire qu'il ne négligeait rien et n'avait aucune idée préconçue. Paul Valéry, dans *Eupalinos*, prétend qu'il n'y a pas de détails en architecture. Pour Patouillard, il n'y avait pas de détails en Mycologie. Il a examiné avec patience les éléments les plus négligés des champignons : poils, cystides, écailles, cuticule, lactificères et en a tiré des conclusions qui ont bouleversé toutes les idées admises. Il est le premier à avoir compris les Bolets. Il a débrouillé le chaos des Tomentelles, des Auriculaires, des Stéréums. Il a expliqué les mystérieux *Ptychogasters*. Il a épuisé les Lépiotes, il a classé les Polypores, inventé quantité d'espèces et de genres aujourd'hui évidents. Sa mort, en 1926, a été ressentie comme une perte irréparable » dans « Petite histoire de la Mycologie » preuve de la brillance de cet homme.

o. BOURDOT & GALZIN

Hubert Bourdot naît en 1861 à Imphy et décède en 1937 à Saint-Priest-en-Murat. Prêtre et mycologue français, il fonctionnera en binôme avec Jean Amédée Galzin (1853-1925), vétérinaire militaire.

La rencontre de ces deux hommes mène à la réalisation d'un travail titanesque sur les Hyménomycètes de France. Bourdot, connaît bien le domaine étant donné que sa première étude mycologique transcrite dans l'ouvrage « *Hyménomycètes des environs de Moulins* » (1892-1894), regroupe plus de 400 dessins d'Agaricinées.

Galzin prendra le rôle du collecteur de champignons, les envoyant par centaines à Bourdot qui dira de lui « Il semblait que les champignons naissent sous ses doigts » ; fait véridique étant

donné qu'au cours de ses expéditions, ce ne sont pas moins de 30 000 récoltes qu'il enverra au prêtre. Croulant littéralement sous les champignons, Bourdot se crée une technique microscopique relativement simple et ne lui prenant que peu de temps afin d'étudier ses sujets « en série » sans pour autant bâcler son travail. En effet, il attache à ses descriptions une minutie sans égale dans laquelle la microscopie joue un rôle fondamental par le biais des mensurations des éléments de l'hyménium. Pour ce faire, Bourdot réalise des coupes à l'aide d'un microtome qu'il fabrique lui-même et une méthode de dilacération lui permettant d'observer la cloison basidiale des basides et des cystides ainsi que leur raccordement au sous-hyménium. En plus de cela, il mesure et définit la forme des spores qu'il observe ainsi que l'ornementation de la membrane de celles-ci.

Afin de définir encore plus d'espèces, il envoie à son confrère, prêtre également, Bresadola de nombreux champignons issus des récoltes de Galzin. En 1909, ils permettent la publication de « Hyménomycètes de France » fruit d'un travail acharné qui se verra complété à de nombreuses reprises au fil des ans. Par le biais de ses analyses, Bourdot cherche à mettre en avant dans cet ouvrage les caractères dits micrographiques des champignons qui définissent l'espèce. En plus de cela, il accorde également une importance capitale aux substrats et aux habitats dans lesquels évoluent les champignons ainsi qu'à leur date de récolte.

En adoptant la méthode de classification de Patouillard dans son œuvre, Bourdot met de l'ordre dans les Tomentelles, réalise un travail gigantesque sur les Aphyllophorales en devenant avec Galzin l'autorité taxinomique de ces espèces et réalise un essai sur la classification des Corticiés en se basant sur leurs caractères microscopiques. Les divers articles qu'ils rédigent au cours de leur carrière sont rassemblés dans un ouvrage de 1927, « Contribution à la Flore Mycologique de France ».

Avec cette contribution immense à la mycologie française, Bourdot devient, en 1929, président de la Société Mycologique de France, sa renommée se faisant par le biais de ses écrits. (370)

p. MARSHALL

Nina Lovering Marshall est née en 1861 et décède en 1921. Botaniste américaine, elle est la première à intégrer des photos de champignons dans son livre, publié en 1901 « The Mushroom Book : A popular guide to the identification and study of our commoner fungi, with special emphasis on the edible varieties ». (241) L'idée de ce livre est de rendre

accessible la détermination des champignons. C'est pour cette raison que l'auteure s'est concentrée sur les caractéristiques principales des grands genres de champignons en ne détaillant que quelques espèces types pour chacun afin de les illustrer. Au sein de l'espèce, le type est le spécimen de référence du taxon.

La photo couleur n'étant pas encore généralisée au début du XX^{ème} siècle, celles que Marshall prend des champignons sont tirées en noir et blanc et certaines sont coloriées manuellement comme les illustrations suivantes peuvent en témoigner. En noir et blanc il est montré des Morilles (Fig. 46) ; en couleur des Hevelles. (Fig. 47)



DELICIOUS MOREL (EDIBLE)
Morchella deliciosa, Fr.

► Figure 46 : *Morchella deliciosa*, Fr,
« The Mushroom book » p.269 – Marshall (242)



Figure 47 : ◀
Helvella elastica, Bull.
Helvella lacunosa Holm.
Mitrula vitellina Sacc, var *irregularis*, Pk.
The Mushroom book p. 265 – Marshall (243)

Notons que Marshall s'est appuyée sur l'expertise de Peck pour la détermination des espèces qu'elle a photographiées.

q. DANGEARD

Pierre Clément Augustin Dangeard est né à Ségrie en 1862 et décède en 1947 dans cette même ville. Botaniste et mycologue français, il s'illustre notamment dans ce second domaine par le biais de ses études cytologiques sur la reproduction des champignons. Ses œuvres, « Mémoire sur la reproduction sexuelle des Basidiomycètes » et « La reproduction sexuelle des Ascomycètes » parus en 1894 en attestent. Il découvre dans les basides des champignons supérieurs, notamment des Urédinales, l'existence de cellules dans lesquelles les noyaux fusionnent, processus auquel il donne le nom de « fusion dangeardienne ». Pour lui, tout ce mécanisme est une étape résultant de la fécondation des champignons. Ce même phénomène sera observé chez les Ascomycètes par Maire ce qui lui permet de conclure que l'origine de l'asque découle de la fusion dite nucléaire dans la cellule comportant deux noyaux.

De plus, Dangeard remarque, à l'apex de l'hyphe de certains basidiomycètes, des cellules dicaryotiques, dont les deux noyaux se divisent sans caryogamie préalable. La cellule, disposant ainsi de quatre noyaux, crée une excroissance latérale qui en se recourbant sur elle-même pour rejoindre l'hyphe forme une boucle ou un crochet ainsi que le nomme Dangeard. Pour finir un septae se forme entre l'hyphe et la structure nouvelle. C'est par cette description que Dangeard met en évidence la formation des anses d'anastomose.

Outre son appart à la cytologie, il est fondateur de la revue « Le Botaniste », mais également membre de la Société Mycologique de France. (344, 32)

r. LANGE

Jakob Emanuel Lange naît en 1864 à Flensbourg et décède en 1941 à Odense. Botaniste et mycologue suédois, il publie de 1914 à 1933 un ouvrage en 9 volumes s'intitulant « Studies in the Agarics of Denmark ». (295)

Les genres traités, dans l'ordre de ses publications sont les suivants : *Mycena*, *Amanita*, *Lepiota*, *Coprinus*, *Pluteus*, *Collybia*, *Inocybe*, *Pholiota*, *Marasmius*, *Rhodophyllus*, *Hygrophorei*, *Stropharia*, *Hypholoma*, *Psalliota*, *Russula*, *Volvaria*, *Flammula*, *Lactarius*, *Omphalia*, *Pleurotus*, *Clitocybe*, *Tricholoma*, *Lentinus*, *Panus*, *Nyctalis*.

Dans cette œuvre, Lange s'intéresse à la taxinomie des Agarics du Danemark.

Il publie également une autre œuvre en 5 volumes, « Flora agaricina Danica » de 1935 à 1940 dans laquelle il illustre plus d'un millier d'espèces de la fonge des agarics danois qu'il

complète de 200 planches colorées ainsi que le montre les deux illustrations suivantes. (293) (Fig. 48 et 49) Dans cette œuvre, qui servira à des générations de mycologues dans les années 1970, il nous livre une description des champignons observés en insistant sur les caractères microscopiques comme ses prédécesseurs.



Figure 48 : *Tricholoma* - Tab. 30 - p.125 (292)



Figure 49 : *Clitocybe* - Tab. 40 - p.135 (294)

s. KONRAD & MAUBLANC

Paul Konrad naît en 1877 au Locle et décède en 1948 à Neuchâtel. Géomètre et mycologue suisse, son but est de rendre plus simple la détermination des espèces rencontrées en France à des altitudes diverses et variées. Dans ce but, il travaille avec Maublanc.

★ André Pierre Jules Maublanc est né en 1880 à Nantes et décède en 1958 à Paris. Professeur, botaniste et mycologue français, il publie plusieurs articles dans la SMF sur l'étude des champignons inférieurs. (231) Il se consacre à la création de guides pour la détermination que sont « Champignon de France » en 1959 et « Champignons comestibles et vénéneux » (316) Ce dernier, publié en 1921 connaît de nombreuses rééditions jusqu'en 1995. S'ensuit un intérêt pour les champignons supérieurs en collaboration avec Konrad. (58)

Ensemble, ils sortiront deux ouvrages. Le premier ouvrage « Icones Selectae Fungorum » (1924-1937) comprenant 4 volumes avec des descriptions d'espèces dont il mettent en avant les caractères macro et microscopiques, s'intéressent à leur répartition géographique ainsi

qu'à leur comestibilité ou toxicité comme dans leur seconde œuvre. Afin d'aider à la détermination de ces espèces, ce ne sont pas moins de 500 planches que Konrad livre comme le montre les illustrations suivantes. (Fig. 50 et 51)

Le second ouvrage nommé « Agaricacae » en deux volumes (1948-1952) est publié en partie posthume. En effet, suite au décès de Konrad, ce sera son collaborateur Maublanc qui parachèvera cet écrit. Dans cette œuvre critique, les deux mycologues s'efforcent de décrire les Agarics et Bolets les entourant et cherchent à ordonner la nomenclature en révisant les espèces qui selon eux existent vraiment et ne sont point des chimères évoquées depuis l'œuvre friesienne et dont les descriptions leur semblent trop imprécises pour identifier les espèces mentionnées. (307, 324, 308)



Figure 50 : Pl.370, *Hygrophorus Leucophaeus* (Fries ex Scopoli) Gillet, « Icones Selectae Fungorum » (310)

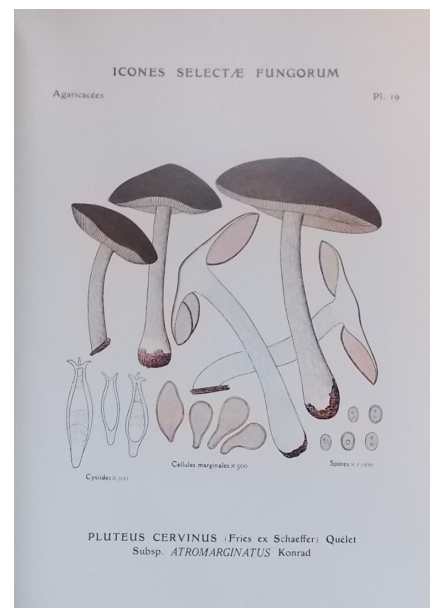


Figure 51 : Pl.19, *Pluteus cervinus* (Fries ex Schaeffer) Quélet (309)

t. MAIRE

René Charles Joseph Ernest Maire est né en 1878 à Lons-le-Saulnier et décède en 1949 à Alger. Botaniste et mycologue français, il révolutionne véritablement ces deux domaines par le biais de ses travaux. Auteur prolifique, il rédige 450 publications scientifiques de 1893 à 1950. De souche lorraine, René Maire décrit plusieurs espèces trouvées dans la région dont le *Cortinarius nanceiensis* Maire, découvert à Nancy dont voici le protologue. (Fig. 52 et 53)

Cortinarius nanceiensis n. sp. (1).

(Sect. *Phlegmacium*, subs. *Cliduchii*). — *Cort. percomis* (forme inodore et de petite taille). Bull. Soc. Mycol. France, 22, p. XVI.

Planche XV, fig. 1, 2, 3 et pl. XIV, f. 1.

Caractères microscopiques. — Non hygrophane, saveur douce, odeur faible et chair blanchâtre ou jaunâtre dans le chapeau, *citrin* dans le pied, surtout sous le revêtement. *jaune-ocracé* dans le bulbe, spores en masse chocolat (K : 109).

Pied 5-8 × 0,8, 1 cm, renflé à la base en un *bulbe non marginé* (atteignant 2,7 cm. d'épaisseur), fibreux-charnu, *sec*, fibrillo-soyeux *citrin à citrin-vertâtre*, se tachant lentement de brun par le frottement. *plein*; cortine *citrin-pâle* très vite rouillée par les spores; *voile général gris-lilacin ou brun-lilacin* allant de la marge du chapeau au bulbe par dessus la cortine, se noyant dans la viscosité du chapeau, et persistant longtemps sur le bulbe en plaques ou fibrilles qui brunissent à la fin.

Chapeau 2-8 cm., convexe, puis convexe-plan, parfois submarginé, assez épais, charnu, à revêtement mince, *visqueux*, plus ou moins séparable, *jaune-sulfarin* souvent lavé d'*olivâtre*, *passant à brun-rouge* sur le disque qui présente souvent des taches ponctées.

(1) *Nanceiensis*, de Nancy, en souvenir de la session de Nancy, où cet espèce a été découvert.



426 NOTES CRITIQUES SUR QUELQUES CHAMPIGNONS.

formes plus foncées; marge primitivement incurvée, pruineuse et blanchâtre, puis concolore, lisse, entière, droite ou souvent infractée, à la fin relevée.

Lamelles atténuées en avant, subatténuées en arrière, droites, assez étroites (3-6 mm.), minces, *citrin-vertâtre* puis argileuses et brun-rouillées; à apête concolore entière, confluentes avec le chapeau. *largement adnées*, un peu *décurrentes*, plus ou moins sinuées, assez serrées; lamellules atténuées ou tronquées.

Caractères microscopiques. — Arête des lamelles homomorphe; médiostrié régulier, à éléments allongés, subépaux, assez larges (8-10 μ); sous-hyménium très mince, rameux; pas de cystides; basides claviformes, 4-sporiques, 35-40 + 8-9 μ; spores brun-rouges, à *verruces irrégulières*, parfois cristallines subréticulées ou irrégulièrement rugueuses, guttulées, ellipsoïdales-subamygdaliformes, subpapillées au sommet, atténuées en un apicule saillant à la base, 11-15 × 7-7, 5 × 6-6, 5 μ. Revêtement du chapeau formé d'hyphes couchées, radiales, fortement gélifiées.

Caractères chimiques. — G +

Hab. — Forêts montagneuses sur calcaire; sous les *Fagus* dans la forêt de Haye, près Nancy, le long du sentier Froillard; forêts mêlées de *Fagus* et de conifères à St-Pierre-de-Chartreuse.

Obs. — Ce champignon a été trouvé pour la première fois près de Nancy pendant la session de 1905, et mentionné par nous dans le compte-rendu des excursions sous le nom de *C. percomis* (forme inodore et de petite taille). Il ressemble, en effet, au *C. percomis* et le manque de temps en 1905 ne nous avait pas permis d'en faire une étude suffisante pour être fixé sur sa valeur.

Nous avons retrouvé ce champignon en 1907, exactement à l'endroit où il avait été recueilli en 1905, et l'étude que nous en avons faite nous a montré qu'il diffère nettement de *C. percomis* non seulement par l'absence d'odeur, mais encore par son voile général, son pied non pruineux au sommet, ses lamelles décurrentes, étroites. Il est voisin du *C. cliduchus* Fr. dont il diffère toutefois par son pied jaune au sommet, sa chair jaune ou jaunâtre, ses lamelles ni incarnates, ni crénelées, ni bordées de blanc, décurrentes; de plus *C. cliduchus* a, selon BRITZELMAYR, des spores subglobuleuses.

BENÉ MAIRE. 427

Notre champignon est aussi très voisin du *Cortinarius orichalceus* Fr., dont il partage la propriété de passer au purpurin-cuiré par la dessiccation.

Figure 5. — *Cortinarius nanceiensis*. Baside et spores de gauche, d'après un spécimen sec de Nancy traité par KOH; spores de droite d'après un spécimen sec de la Grande-Chartreuse traité par KOH.

Nous avons nommé dans nos notes cette espèce *C. nanceiensis*, mais nous ne l'avons pas publiée, n'ayant trouvé qu'une seule troupe de carpophores évidemment issus du même mycélium. Nous craignons, dans ces conditions d'avoir affaire à une variation individuelle d'une autre espèce; la redécouverte de ce champignon en nombreux exemplaires dans plusieurs stations du massif de la Grande-Chartreuse, nous a montré qu'il s'agissait bien d'une espèce nettement caractérisée. Ajoutons qu'un de nos collègues ayant, au cours de la session, envoyé ce Cortinaire à M. BOUDIER, le savant mycologue de Montmorency lui a répondu qu'il s'agissait d'une espèce à lui inconnue, ce qu'il a bien voulu me confirmer quand je lui ai montré quelle temps après une aquarelle, des photographies et des descriptions du champignon.

Diagnose latine. — Stipite solidè, obclavato, basi bulbosè nec marginato, fibrilloso-sericeo, cortina dilute citrina, e sporis mox ferruginea; velo generali brunneo-violaceo in bulbo diu persistenti; pileo 2-8 cm. diam., e convexo expanso, carnosò, viscoso, sulfureo-olivaceo, disco rufo saepe punctato; lamellis planis, tenuibus, sat confertis, angustis, e citrino-virescente argillaceis, demum e sporis ferrugineis, leviter decurrentibus; carne stipitis citrina, pilei

Figure 52 : Protologue du *Cortinarius nanceiensis* n.sp p.425-427

« Notes critiques sur quelques champignons » - Maire (249)

► Figure 53 : *Cortinarius*

nanceiensis n.sp. Planche XV -

Fig. 1 - 3, « Notes critiques sur quelques champignons » - Maire

(250)

Sa carrière évoluant au fil des ans en raison de facteurs personnels et professionnels, son apport à la mycologie au cours de ces années est considérable dans plusieurs aspects de cette science.

Son intérêt premier se concentre sur l'étude cytologique des champignons. Les ouvrages « Sur la cytologie des Hyménomycètes » publié en 1900 et « Recherche cytologique et taxinomique sur les Basidiomycètes » paru en 1902 sont le fruit de ses recherches sur la structure cellulaire des champignons. C'est ainsi que Maire reprend les travaux de Dangeard sur les Urédinales qu'il précise et interprète. Dangeard avait découvert dans les basides de ces champignons supérieurs l'existence de cellules dans lesquelles les noyaux fusionnaient, étape résultant pour lui de la fécondation. Maire démontre que ce sont les cellules du mycélium qui fusionnent, devenant binuclées. (Fig. 54) Suite à cette étape, l'accolement des deux noyaux conduit à une caryogamie donnant naissance à un seul noyau. A la germination, ce noyau diploïde subit deux méioses successives aboutissant à 4 cellules haploïdes que sont les spores.

Par ce biais, Maire démontre que les Urédinales disposent d'une alternance de phases haploïde et diploïde au cours desquelles les cellules disposent successivement de (n) chromosomes et (2n) chromosomes avant de revenir à leur état initial.

Chez les Ascomycètes, il s'agit du même principe de reproduction sexuée se situant non pas au niveau des basides mais sur les asques.

Avancée microscopique titanesque dans l'étude des champignons, ses dires se révéleront confirmés par les futurs cytologues faisant alors de lui un précurseur en la matière.

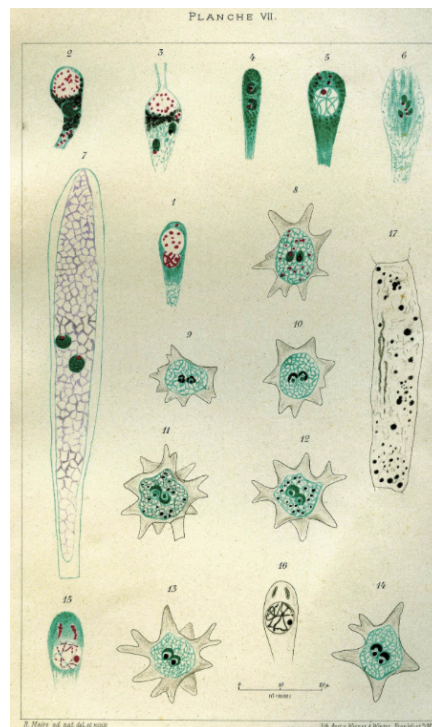


Figure 54 : Cellules de basides dikaryotiques, planche VII,
« Recherche cytologique et taxinomique sur les Basidiomycètes » - Maire (248)

Suite à un décollement de la rétine, Maire doit cependant renoncer aux études microscopiques et donc à la cytologie. N'abandonnant pas sa passion, il se consacre à la systématique des champignons supérieurs comme l'attestent ces nombreux travaux sur les Hyménomycètes. On peut y voir là sa deuxième grande contribution à la mycologie. Cherchant à rendre les descriptions des champignons plus poussées qu'elles ne l'étaient à son époque, il fait appel au domaine de la chimie, de la cytologie et de l'histologie. Il consacre même au genre *Russula* une section dans le bulletin trimestriel de la Société Mycologique de France qu'il publie en 1910 s'intitulant « Les bases de la classification dans le genre *Russula* ». (251)

Pour ce faire, Maire reprend les études de ses prédécesseurs sur les Russules et leurs tentatives de classification en genres ; s'ensuit une méthode de description des Russules pour

lesquelles il fournit un examen critique microscopique de ces champignons en regardant leurs différents caractères, qu'il s'agisse du chapeau, du pied ou bien aussi des lamelles. Après en avoir décrit quelques-unes, il s'essaie à un sectionnement de genre par le biais de leurs caractères distinctifs ainsi que des spores, des réactions chimiques ou même des odeurs et saveurs de ces champignons.

Outre ces travaux, Maire voyage énormément, notamment dans le cadre professionnel et est finalement nommé en 1911 professeur à Alger où il s'installe. Il étudie alors la phytopathologie, la phytogéologie et la phytogéographie. Il entreprend d'explorer et de décrire la flore Nord-Africaine, jusque-là scientifiquement peu exploitée. Il collectionne divers spécimens de champignons dans une grande partie de l'Afrique du Nord qui comprend l'Algérie, le Maroc, le Sahara Central et la Tunisie. Il est le premier à faire des exsiccata de toutes les espèces qu'il détermine.

D'une très grande qualité, ces échantillons permettent un examen a posteriori des caractères comme le caractère amyloïde de la paroi de la spore ou l'étude de caractères jusque-là ignorés. Ses herbiers recensant la flore Nord-africaine sont exposés à l'Institut de Botanique de l'Université de Montpellier 2. (493)

A la fin de sa vie, Maire entame donc la rédaction d'une description de la flore de cette partie du globe terrestre. Malheureusement après 7 années de travail intensif sur cette œuvre majeure, il décède, la laissant inachevée. Cependant, ses travaux déjà rédigés feront l'objet de 16 ouvrages de « Flore de l'Afrique du Nord » publiés à titre posthume par Guinochet, Faurel et Quezel. (347, 326, 426)

u. MELZER

Václav Melzer naît en 1878 et décède en 1968. Professeur et mycologue tchèque, son travail s'oriente majoritairement sur les Basidiomycètes avec notamment les Russules. Il est d'ailleurs le premier à publier une monographie tchèque sur le genre *Russula* en 1925. En 1927, il publie avec Zvara « Ceské holubinky » et plus tard, en 1945 « Atlas holubinek » qui sont des ouvrages sur les champignons tchèques dans lesquels il entreprend la description de nouvelles espèces et propose une nouvelle classification en fonction des réactions chimiques. L'analyse de ces champignons se focalise au niveau microscopique et chimique dans un premier temps puis sur des signes macroscopiques dans un second temps. (225)

Il met en avant le fait que l'ornementation des spores diffère d'une espèce à l'autre pour les *Russula* en plus de s'appuyer sur des critères olfactifs.

Le nom de Melzer résonne aujourd'hui dans le domaine scientifique puisqu'il a donné son nom au colorant qu'il a développé, celui-ci étant toujours utilisé de nos jours en cytologie. La composition de ce mélange est de 3g d'iodure de potassium, 1g d'iode, 40g d'eau et 44g de chloral hydraté. La réaction amyloïde est caractérisée par une coloration bleu profond, gris-bleu ou bleu-noir. C'est un révélateur de l'amyloïdité et de l'ornementation des spores en particulier des Russulacées par l'iode. Elle permet également de distinguer le pore de certains asques notamment chez les Pézizes qui prend une coloration bleue.

v. FAVRE

Jules Favre est né en 1882 au Locle et décède en 1959 à Genève. Géologue, malacologue, mycologue et paléontologue suisse, ses préoccupations mycologiques sont d'ordre biogéographique, chorologique et écologique. En effet, il cherche à déterminer la répartition géographique des champignons qu'il observe et connaître les facteurs influençant cette répartition. Pour ce faire, il publie en 1948 « Les Associations fongiques des hauts-marais jurassiens et de quelques régions voisines » et en 1955 « Les Champignons supérieurs de la zone alpine du Parc national suisse » qui traitent des espèces se situant en zones alpine et subalpine dont un verra le jour de manière posthume par le concours de sa femme en 1960, « Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du Parc national suisse » (322)

Dans ces ouvrages, il s'intéresse à la microflore et étudie les facteurs sol-climat. De plus, il définit la zone subalpine comme une zone comprenant une région forestière allant de 1 200m à 2 300m d'altitude. Il y rencontre des conifères, notamment des épicéas, une seule espèce de mélèze et deux espèces de pins. En revanche, la zone alpine elle, située à plus de 2 300m ne comprend absolument aucun arbre. (323)

C'est dans ces deux environnements que Favre va traiter de la biodiversité fongique. Dans ses travaux, après plusieurs années à revenir sur les lieux afin d'observer les champignons de ces zones, il mettra en avant le fait que certaines espèces ne fructifient pas annuellement et les définit comme des « champignons à éclipses ». (299)

Au total, ce ne sont pas moins de 485 macromycètes que Favre identifiera au fur et à mesure de ses travaux. Suite à ses nombreuses visites, il réalise une description de leur taux de

présence et distingue 4 principales associations fongiques mettant en lumière le fait que les plantes et les champignons vivent en parfaite symbiose.

w. MALENÇON

George Malençon est né en 1898 à Paris et décède à Valognes en 1984. Botaniste et mycologue français, Patouillard lui transmet sa passion pour la mycologie. Gendre de René Maire, il collabore à Alger avec lui et s'installe au Maroc en 1932 où il sera nommé directeur d'un laboratoire de cryptogamie à Rabat. Durant son séjour au Maroc qui durera près de quatre décennies, Malençon se focalise sur la végétation marocaine et tunisienne qu'il étudie ainsi qu'en témoigne ses publications « Champignons pathogènes observés au Maroc » (1937), « Urédinées du Maroc » (1957) ou encore « Flore des champignons supérieurs du Maroc. Essai descriptif et critique » (1970). Dans ces ouvrages, il décrit excellemment et avec précision les spécimens qu'il observe accordant une importance particulière à l'habitat, aux odeurs, aux dates d'observation et à l'endroit de la cueillette. (315) Malençon, convaincu de l'importance de l'étude microscopique dans la discrimination des espèces, s'emploie à décrire les structures cellulaires microscopiques des champignons. Dans « Champignons hypogés du nord de l'Afrique », paru en 1973, il donne, pour chaque Ascomycète une description morphologique et détaille les mesures des spores, thèques, paraphyses et hyphes qu'il a sous son microscope. (246) Sur la planche figure 55, tirée de ce même article, on observe les thèques, paraphyses et spores de *Labyrinthomyces steenisii* Boed. Cette analyse microscopique lui permet de clarifier la diagnose des espèces du genre *Labyrinthomyces* et ainsi de nommer *Labyrinthomyces donkii* Malençon.

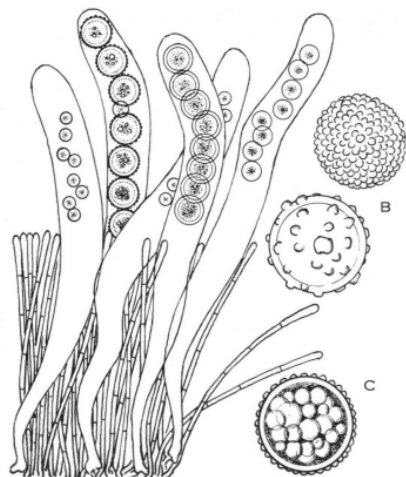


Fig. 2. *Labyrinthomyces steenisii* Boedijn — A. Thèques et paraphyses ($\times 300$). — B. Deux spores ($\times 1000$). — C. Une spore en coupe optique ($\times 1000$).

Figure 55 : *Labyrinthomyces steenisii* Boedijn – Malençon (247)

Dans “Le développement du *Torrendia pulchella* Bres. et son importance morphogénétique”, Malençon propose une classification des Gastéales en Exogastrinés et en Endogastrinés. (247) Une analyse détaillée comparative entre *Torrendia pulchella* Bres. et d’autres espèces du même ordre, comprenant description morphologique, éléments de microscopie et études des différents stades de développement, le conduit à diviser ce groupe mono-morphogénétique en créant une branche phylétique spécifique pour *Torrendia pulchella* Bres.



Torrendia pulchella Bres. est le basionyme de *Amanita torrendii* Justo (2010) (Fig. 56)

Figure 56 : *Amanita torrendii* Justo (2010) - J-P Maurice récolte Corse, 2014 (227)

6. XX^{ème} siècle

a. HEIM

Roger Jean HEIM naît en 1900 et décède en 1979. Botaniste et mycologue français, il est notamment renommé dans ce second domaine pour ses travaux de phylogénie sur les champignons supérieurs et plus précisément sur les Agarics. Il s'intéresse particulièrement aux *Inocybes* pour lesquels il mentionne leur amplitude ainsi que leur variation de caractères. (401) Cela le conduit à réaliser une réduction du nombre des espèces d'*Inocybes* et donc de proposer une classification nouvelle basée sur les caractères biochimiques des champignons. Ses travaux portent également sur les champignons hallucinogènes avec notamment les genres *Psilocybe* et *Stropharia* qu'il étudie au Mexique avec Gordon Wasson (1898 –1986). (314, 100, 343, 256)

✪ Robert Gordon Wasson naît en 1898 à Great Falls et décède en 1986 à Binghamton. Anthropologue et mycologue amateur américain, il s'est notamment illustré dans ses découvertes sur les champignons hallucinogènes qu'il étudie avec sa femme Valentina Pavlovna Wasson (1926-1958). Ils sont à l'origine de l'éthnomycologie, analysant les rapports aux champignons de différents peuples. Ils distinguent ainsi les « mycophiles » des « mycophobes ». Leurs recherches permettent la publication de nombreux articles sur l'utilisation des champignons par des civilisations variées. Véritables pionniers de l'éthnomycologie, ils ouvriront la voie aux études sur la culture et les champignons. (153)

Cela permet à Heim de décrire le « champignon sacré » utilisé par les indigènes à des fins rituelles, le *Psilocybe mexicana* Heim en 1957. (Fig. 57, 58 et 59) Il décrit également *Psilocybe fagicola* Heim et Cailleux ou encore *Psilocybe hoogshagenii* Heim.

A des fins scientifiques, Heim les testera sur lui-même. Cette recherche lui permettra de mettre en valeur la toxicologie de ces espèces dans « Les Champignons toxiques et hallucinogènes du Mexique » qu'il publie en 1958 dans lequel il précise les caractères biologique, taxinomique, ethnologique, biochimique et physique de ces espèces. Les substances hallucinogènes du champignon sont la psilocybine et le psilocine, qui sont isolées par le chimiste Albert Hoffman (1906-2008) et sont à l'origine de la découverte du LSD. (340, 465)

Cette étude sur les champignons hallucinogènes sera complétée à deux reprises par la publication en 1963 puis en 1978 de ses ouvrages « Les Champignons toxiques et hallucinogènes ». Notons par ailleurs que depuis 1968, les champignons contenant de la

psilocybine sont classés comme illégaux notamment pour leurs effets psychodysléptiques. Appartenant aux substances psychotropes, les mycologues n'ont aucun droit d'en détenir même dans leurs herbiers car il s'agit d'une détention de stupéfiant illicite. (284)

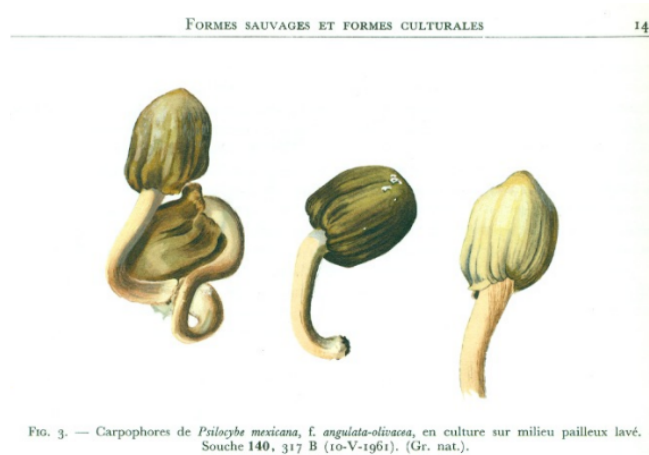


FIG. 3. — Carpophores de *Psilocybe mexicana*, f. *angulata-olivacea*, en culture sur milieu pailleux lavé. Souche 140, 317 B (10-V-1961). (Gr. nat.).

► Figure 57 : Fig. 3
Carpophore de *P. mexicana*,
« Nouvelles investigations
sur les champignons
hallucinogènes » p.31 –
Heim (342)



Figure 58 : *Psilocybe fagicola* Heim & Cailleux (1 à 13) et *Psilocybe Hoogshagemi* (14 à 20) –
« Nouvelles investigations sur les champignons
hallucinogènes » - p.120 – Heim (339)

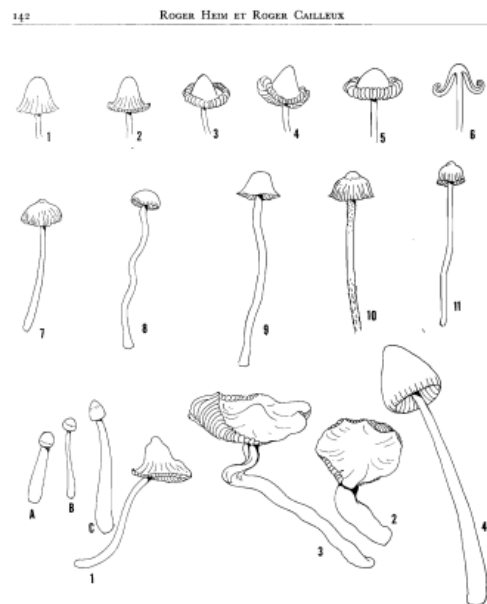


FIG. 5. — Formes culturelles stables de *Psilocybe mexicana*.
De 1 à 6, souche 72, replacée, avec, en 6, la coupe longitudinale du chapeau, révélant l'enroulement caractéristique de la marge (Huanilo de Jimérez);
De 7 à 11 : échantillon sauvage initial en 7, et, de 8 à 11, obtentions culturelles propres à la souche 138, *galvinalata-cornuta* (série 29) (Zacatzen);
En bas : de A à C, de 1 à 3 (série 29) et 4 (autre série), souche 143, *diversa-aurivida*, proche du *Ps. asperipes* (Huanilo de Jimérez). Noter sur les très jeunes exemplaires la persistance annulaire du voile général sur le chapeau. (Gr. nat.).

Figure 59 : Fig. 5 Formes culturelles stables de
Psilocybe mexicana – « Nouvelles
investigations sur les champignons
hallucinogènes » p.32 – Heim (341)

Directeur du Museum national d'Histoire Naturelle, Heim est également le fondateur de la « Revue de Mycologie » et des « Annales de Cryptogamie exotique » domaine qu'il connaît bien étant donné qu'au cours de sa carrière, de nombreux voyages, principalement dans le

bassin méditerranéen et en Afrique, lui ont permis d'étayer ses connaissances sur ces champignons. (400)

b. JOSSERAND

Marcel Josserand naît en 1900 à Lyon et décède dans cette même ville en 1992. Mycologue français, il est membre puis président de la Société Linnéenne de Lyon pour laquelle il réalise 66 publications, et membre de la société mycologique de France. Influencé par les travaux de J.E. Lange, il s'intéresse et se spécialise pour les Agarics et particulièrement pour les *Coprinus* ainsi que le montrent plusieurs de ses écrits.

Véritable systématicien, il publie en 1952 le premier volume de « La description des champignons supérieurs » qui sera complété en 1983 et « Notes critiques sur quelques champignons de la région lyonnaise » en 8 séries de 1933 à 1974. Dans le premier, il réalise un dictionnaire concernant le vocabulaire utilisé en mycologie descriptive avec ses recommandations d'utilisation quant à la pertinence des termes. (244) Dans le second, qui traite des Basidiomycètes charnus, son but est de préciser certaines espèces mal décrites. Pour ce faire, il réalise des descriptions comprenant des caractères microscopiques. Son travail est organisé de manière à faciliter la comparaison car chaque fiche descriptive rédigée est articulée de la même manière. La forme des spores étant pour lui un critère de discrimination essentiel, il y accorde une attention toute particulière.

Il met également en avant l'importance de conserver des spécimens des champignons, que l'on étudie, sous forme d'exsiccata. En effet, les spores et les cystides sont des éléments microscopiques observables à partir d'exsiccata permettant ainsi une comparaison ultérieure. C'est ainsi qu'il conclut que *Collybia lilacea* Quélet et *Collybia myriadophylla* (Peck) Sacc. sont en fait des synonymes. En effet, la présence de cheilocystides fusiformes avait échappé à Kauffman et à Peck lors de leur description de l'espèce.

La systématique que Josserand établit est minutieuse, à l'image de ses observations. Ses écrits portent notamment sur la répartition des cystides propres aux lames en définissant les termes de cheilocystides et pleurocystides. Il décrit la structure de la trame des lames dont il distingue plusieurs parties. Au nombre de trois, elles sont l'hyménopode situé entre les deux suivants, le médiostrate et le sous-hyménium. Il distingue que la paroi des spores dispose d'ornements et en traite notamment chez les Lactaires avec les Russulacées dont il met en avant les crêtes amyloïdes qu'il définit comme anastomosées en réseau alors que d'autres

peuvent-être arquées et non réticulantes donnant ainsi une spore zébrée non amyloïde. En conclusion, pour lui, il convient de différencier dans la paroi sporadique de cette famille deux enveloppes dites concentriques. A savoir, une enveloppe amyloïde correspondant à la périspore jugée discontinue à sa maturité et une autre enveloppe dite non amyloïde qui elle, reste continue, sur laquelle reposent à la maturité des restes amyloïdes appartenant à la périspore.

Au cours de ses écrits, ce ne sont pas moins de 130 espèces que Josserand décrit dont une douzaine de nouvelles. (298, 65)

c. KÜHNER

Robert KÜHNER est né en 1903 à Paris et décédé en 1983 à Lyon est un professeur français de Sciences Naturelles et botaniques, microbiologie et mycologie. Il rédige 70 publications dans le bulletin de la société linnéenne de Lyon et collabore avec Henri Romagnesi dans l'ouvrage magistral « Flore analytique des champignons supérieurs (Agarics, Bolets, Chanterelles) » en 1953.

Il voue notamment ses études mycologiques aux Agaricales qui appartiennent aux Basidiomycètes. Le premier de ses écrits relatif aux Basidiomycètes est sa thèse en 1926 dont le titre est « Contribution à l'étude des Hyménomycètes et spécialement des Agaricacées ». A son sens, les descriptions des caractères de ces champignons ne sont pas assez poussées surtout en ce qui concerne la structure des lames ou la description des spores et il considère que ces manquements ne permettent pas de pleinement déterminer l'espèce, ni de la classer. En effet, les caractères macroscopiques ne jouissent plus d'une autorité scientifique suffisante pour la discrimination d'un champignon. Il faut donc s'intéresser aux caractères microscopiques par le biais d'études à la fois anatomique, cytologique ou encore ontogénétique. Par le fruit de son travail, Kühner met en évidence l'ornementation des spores avec le colorant de Melzer.

Au total, ce sont plus de 600 espèces pour lesquelles il étudie des caractères jusqu'alors inconnus ou soumis à controverse.

Il s'intéresse également aux champignons poussant en zone alpine ainsi que le faisait Favre. Dans cette optique, ses études s'axeront autour des forêts subalpines, des tourbières et des prairies correspondant avec son emploi du temps universitaire. Il s'attèlera à des descriptions morphologiques macro et microscopiques en se focalisant notamment sur les caractères

cytologiques des Agaricales ainsi que leurs caractères cultureux pour les genres *Russula*, *Melanoleuca* Pat. et *Hygrocybe* pour ne citer qu'eux. (300)

En ce sens, dans « Hyménomycètes agaricoïdes » (1980) Kühner réalise une synthèse des connaissances qu'il a acquise au fur et à mesure de ses recherches sur les champignons supérieurs et principalement sur leur biologie et cytologie ce qui l'amène à formuler des propositions de systématiques.

Au cours de ses études, il sera amené à utiliser nombre de matériels tels que des microscopes photoniques ou électroniques avec lesquels il étudie les champignons, s'intéressant tout particulièrement à leurs structures cytoplasmique, nucléaire, ou pariétale plutôt axées sur le mycélium. (Fig. 60 et 61) Il expérimente plusieurs réactions chimiques dont celles avec le carmin acétique. (475) Cela lui permet d'identifier les granulations carminophiles du contenu des basides des Lyophyllées.

EXPLICATION DES PLANCHES

Détails techniques : fixation par $KMnO_4$ à 0,5 % en solution aqueuse ; inclusion selon la technique préconisée par MOLLENBAUER en 1964 ; contraste des coupes par l'acétate d'uranyle et le citrate de plomb ; observation aux M.E. « Hitachi HU 11C et HU 12A ».

Planche I : *Pluteus cervinus* (Schaeff. ex Fr.) Kummer.
 Planche II : fig. 1, 2 et 3 : *Pluteus cervinus*.
 fig. 4 : *Pluteus patricius* (Schulz.) Boudier.
 Planche III : fig. 1 et 2 : *Pluteus umbrinus* (Pers. ex Fr.) Kummer.
 fig. 3 : *P. atromarginatus* (Konrad) Kühner.
 fig. 4 : *P. semibulbosus* (Lasch apud Fr.) Gillet.
 fig. 5 : *P. marginatus* (Q.) Kühn-Romagn.
 fig. 6 : *P. roseipes* von Höhnel.
 fig. 7 : *P. lateocens* (Fr.) Bres.
 fig. 8 : *P. lateomarginatus* Rolland.
 Planche IV : fig. 1, 2 et 3 : *Pluteus rimulosus* Kühn-Romagn.
 fig. 4 et 5 : *P. plautus* (Weinm.) Gillet.
 fig. 6 : *P. satyr* Kühn-Romagn.
 fig. 7 : *P. coccineus* (Mass.) Lange.
 Planche V : fig. 1 et 2 : *Pluteus rimulosus*.
 fig. 3 et 4 : *P. cinereus* Quélet.
 Planche VI : fig. 1, 2 et 3 : *Pluteus cinereofuscus* Lange.
 fig. 4 : *P. polioconemis* Kühner.
 Planche VII : fig. 1 et 2 : *Pluteus chrysophaeus* (Schaeff. ex Fr.) Quélet.
 fig. 3 : *P. satyr*.
 fig. 4 : *Volvariella speciosa* (Fr. ex Fr.) Singer.
 fig. 5 : *V. bombycina* (Schaeff. ex Fr.) Singer.

Légendes des figures : b_1 = bouchon apicalaire primaire ; b_2 = bouchon apicalaire secondaire ; e_1 = sclérosorium ; e_2 = leptotunica ; e_3 = périscopium ; i_1 = endosporium primaire ; i_2 = endocorium ; i_3 = endosporium secondaire ; m = mésosporium ; p = plasmalemme.

Echelle : le tiret représente 250 nm.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON, 44^e année, n° 1, janvier 1975

— 17 —

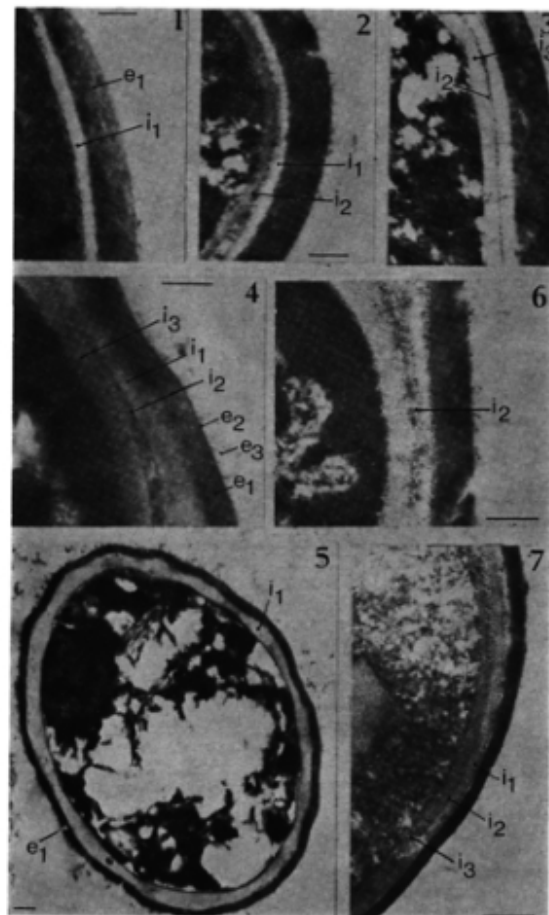


Figure 60 : Explication des planches p.13 Architecture de la paroi sporidique des Volvariacées (Basidiomycètes - Agaricales) en microscopie photonique et électronique – Capellano, Kühner (302)

Figure 61 : Microscopie électronique p.17 Architecture de la paroi sporidique des Volvariacées (Basidiomycètes - Agaricales) en microscopie photonique et électronique Capellano, Kühner (446)

Pl. IV
 BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON, 44^e année, n° 1, janvier 1975

d. BECKER

Georges BECKER naît en 1905 à Belfort et décède en 1994 à Montbéliard. Professeur à Mirecourt et grand mycologue français, il devient Président de la Société Mycologique de France au cours de sa carrière et fonde la Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard (SHNPM). (12) Ce philosophe et fervent défenseur de la Nature prône dès 1971 la nécessité de protéger l'environnement. Becker, en pionnier, introduit dans les statuts de la SHNPM une clause de respect et de protection de la nature. (350) Sa thèse « Observations sur l'écologie des champignons supérieurs » soutenue en 1953, témoigne de sa vision novatrice de la mycologie qu'il place au cœur de l'écologie. Dans ce travail, il s'efforce de démontrer la relation indissociable liant les champignons et leur habitat.

Parmi ses œuvres les plus éminentes, nous pouvons citer « La vie privée des champignons » publiée en 1952, « La mycologie et ses corollaires » publiée en 1974 ou encore « Les champignons de Franche-Comté » publiée en 1984. « Le guide des champignons » publié en 1977 est un guide de référence pour les mycologues de terrain débutants comme confirmés. Becker y propose un glossaire du vocabulaire mycologique.

Grâce à son expérience, il promeut la nécessité d'incrémenter quantitativement les connaissances en mycologie mais également taxinomiquement tout en reconnaissant les difficultés propres à l'étude de la fonge : le problème des synonymies d'espèces et celui de la spécification n'en sont que deux exemples. (483)

Parmi ses découvertes, il est essentiel de nommer *Amanita Beckeri* Huijsman et *Psalliota aestivalis* var. *veneris* R. Heim & G. Becker.

e. SINGER

Rolf Singer est né en 1906 à Schliersee et décède en 1994 à Chicago. Mycologue allemand, il est considéré comme l'une des personnalités les plus influentes et prolifiques du XX^{ème} siècle dans ce domaine. Petit prodige de la mycologie, il publie très jeune ses premiers travaux dont une monographie sur les Russules d'Europe Centrale en 1923. Ses différents travaux marquent encore de nos jours la taxinomie moderne particulièrement la systématique des Hyménomycètes supérieures. Son œuvre majeure est « The Agaricales in Modern Taxonomy » publiée en 1949 et depuis révisée. (320, 321) Singer y propose une systématique pour l'ordre des Agaricales avec une clé de détermination pour les différentes familles. Son approche est

basée sur les caractères micro et macroscopiques des carpophores mais également sur la phylogénie des mycètes. (325) Au sein de sa classification, il baptise 86 nouveaux genres et décrit au total près de 2 460 espèces et sous espèces appartenant à 222 genres différents. (99) C'est grâce à ses nombreux voyages en Europe et en Amérique que ce scientifique de terrain compile les connaissances mondiales sur les Agaricales. Il s'est d'ailleurs toujours fermement opposé à l'approche consistant à appliquer la taxinomie par rapport aux continents car selon lui, cela crée un morcellement des genres beaucoup trop important. La nomenclature des Agaricales exposée dans ce livre est une classification presque entièrement acceptée et ses descriptions font référence pour de nombreux genres. Outre son travail colossal sur les Agaricales, ses contemporains soulignent sa contribution à la description des Bolets notamment pour la précision des revêtements piléiques. (318)

Hormis ses travaux taxinomiques, il s'est profondément intéressé à l'écologie des champignons. C'est pourquoi, en plus de publications traitant spécifiquement de la biogéographie des mycètes, il inclut ces données écologiques dans la description des espèces. Il a particulièrement étudié les mycorhizes des forêts tropicales, mettant en avant leur rôle dans les écosystèmes. (16)

f. ROMAGNESI

Henri Charles Louis Romagnesi naît en 1912 à Paris et décède en 1999 à Draveil. Professeur et mycologue français, il s'illustre notamment dans ce second domaine par le biais de ses œuvres. Scientifique précoce, il intègre la Société Mycologique de France dès ses 18 ans et en deviendra le président. (319)

Son apport fondamental à la mycologie est lié au genre *Russula* dont il publie en 1963 ce qui est considéré comme son œuvre majeure : « Les russules d'Europe et d'Afrique du Nord : essai sur la valeur taxinomique et spécifique des caractères morphologiques et micro-chimiques des spores et des revêtements ». (126) Dans ce travail colossal Romagnesi compile plus d'un millier de pages de texte accompagnées d'autant de figures. Il donne plusieurs caractères à identifier afin de réaliser une détermination correcte de Russules tout en accordant une attention particulière à la description de la sporée ou des ornements sporales et même à l'allure globale du revêtement piléique. S'ensuit une discussion autour de la classification du genre *Russula* établie jusqu'ici par les différents auteurs l'ayant étudiée. Romagnesi, suite à cela, en propose une basée sur ses critères.

Ses diagnoses, des plus soignées, décrivent tous les caractères identifiables. Il porte également une attention particulière aux réactions macro- et micro-chimiques des Russules. C'est ainsi que ses dessins microscopiques ont pour vocation de mettre en avant les différents éléments du revêtement ainsi que les spores des différents spécimens qu'il étudie.

Au total, ce ne sont pas moins de 175 espèces qui sont décrites dans son œuvre, travail d'une avancée majeure se situant dans la lignée de ses prédécesseurs tels que Melzer et Zvara et qui s'apparente elle aussi à une monographie sur les Russules. Fort de son expérience de 35 ans dans le domaine mycologique, ses points clés dans l'étude de ce genre relèvent d'une analyse axée sur la structure par le biais de son travail de mensuration des basides, cystides ou même par sa recherche des laticifères dans le cortex du stipe.

Un prix portant son nom sert ainsi à promouvoir une œuvre de mycologie française qui le mérite.

g. DARIMONT

Fredi René Darimont est né à Vottem en 1917 et décède à Liège en 1966. Botaniste, mycologue et professeur belge, il est le véritable pionnier de la mycosociologie. En effet, il est celui qui pose les différentes bases et principes fondateurs de ce champ qui en est encore à ses prémices. Véritable forgeron des méthodes, il établit le vocabulaire de la mycosociologie au cours de ses études dans des forêts de feuillus à savoir des forêts silicoles et d'autres calcicoles.

Dans son mémoire « Recherches mycologiques dans les forêts de Haute Belgique. Essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs », il définit la méthode d'étude mycosociologique. Sa méthodologie est construite autour de 3 axes. Le premier concerne la géographie des champignons par l'étude de leur répartition et de ses causes. Il propose pour cela des facteurs d'ambiance pour analyser la réponse des champignons aux variations de cesdits facteurs. Il prend en compte le facteur important que représentent les conditions atmosphériques. Le second s'articule autour de l'écologie des champignons, mettant en avant le fait que les champignons vivent en symbiose avec leurs biotopes, notamment en formant des mycorhizes avec les racines des arbres. Pour finir, il aborde la notion de sociologie des champignons.

Ce domaine n'en étant qu'à ses débuts, Darimont détaille son approche afin qu'elle puisse être comprise de tous. Ses études permettent de conclure sur le développement des

carpophores des champignons ou encore une altération de leurs aspects, consistances et couleurs en fonction des facteurs présents dans les milieux où poussent ces champignons. Comme exemple, il donne celui de *Russula xerampelina* qui en fonction des forêts dans lesquelles elle a été observée et du couvert végétal présent (forêts de chênes, sous les trembles ou bouleaux, en présence de hêtres, charmes, sapins ou pins) adopte une couleur de chapeau différente. Sa teinte varie du rouge au vert en passant par le jaune ou encore le brun. Cela lui permet de souligner une nouvelle fois l'importance de l'habitat qui influe sur les critères évoqués plus haut. Dans l'analyse du carpophore, il met également en évidence l'importance des caractères biochimiques des champignons en fonction de leur habitat. En effet, pour ce même exemple, il démontre que le changement de coloration est dû à la présence de phénol dans le carpophore. Celui-ci prend des teintes différentes en fonction des composés auxquels il est exposé *id est* une coloration verte en réaction au sulfate de fer ou rouge brique en présence d'eau anilinée. Ces travaux lui permettent d'établir une classification sur leurs analogies physiologiques et fongistiques. (414, 415)

h. BON

Marcel Bon, né en 1925 à Villers-sur-Authie et décédé en 2014 à Woincourt, est un mycologue français célèbre pour son ouvrage « Champignons d'Europe occidentale » publié en 1988 et réédité en 2004 sous le nom « Champignons de France et d'Europe occidentale ». Véritable bible, le « Petit Bon » comme l'appelle les mycologues morphologistes, est une aide précieuse sur le terrain. Œuvre considérable descriptive, elle recense plus de 1 500 espèces, communes et rares, d'Agarics, de Bolets, de Polypores, de Gastéromycètes ou encore de Morilles. (313, 469) Elle comprend également des clés de détermination, des illustrations des champignons ainsi que des dessins des spores en marge des définitions sommaires dans lesquelles on retrouve les principaux caractères signalétiques. Les diagnoses comprennent également la fréquence d'apparition de ceux-ci ainsi que leur comestibilité. Toutes ces caractéristiques se retrouvent dans les illustrations d'Amanites (Fig. 62) et de Lactaires suivantes. (Fig. 63)

En 1971, paraît le premier tome de « Documents Mycologiques », revue dont Bon est le fondateur. Grâce à la collaboration d'éminents mycologues, cette revue perdure pour l'actualisation des connaissances mycologiques jusqu'en 2019 avec la publication du tome XXXVIII.



Figure 62 : *Amanita* – « Champignons de France et d'Europe occidentale » p.296-297 – Bon (468)

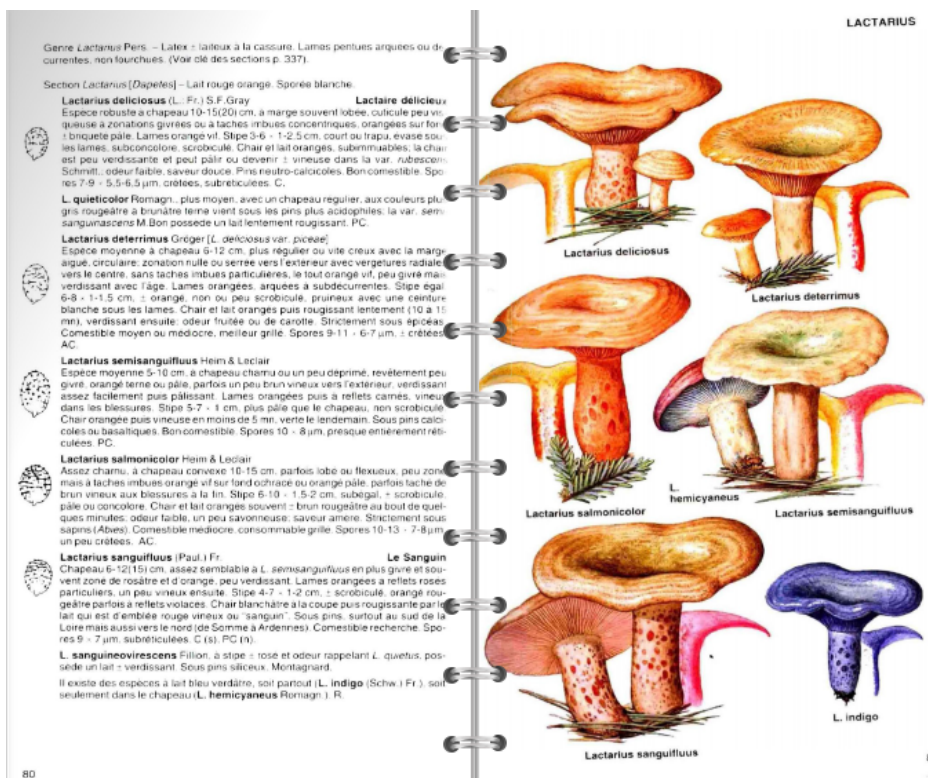


Figure 63 : Lactaires – « Champignons de France et d'Europe occidentale » p.80-81 – Bon (467)

i. LAMOURE

Denise Dailly Lamoure naît en 1928 à Courmangoux et décède en 2012 à Lyon. Biologiste, myco-écologue et professeure des Universités, sa carrière débute en 1954 par un poste d'assistante dans le laboratoire de biologie végétale dirigé par Robert Kühner. Sous la direction de celui-ci, elle soutient, en 1960, une thèse s'intitulant « Recherches cytologiques et expérimentales sur l'amphithallie et la parthénogenèse chez les Agaricales. Evolution nucléaire dans la baside des formes bisporiques. ».

Marchant dans les pas de Favre ou encore de son véritable mentor, Kühner, Lamoure axe son étude mycologique dans les zones de haute altitude, qui à l'époque restaient méconnues. Pour ce faire, elle écume le Parc National de la Vanoise et poursuit ses explorations par des voyages en Suède, pays de Fries, en Alaska et au Groenland ciblant des zones dites « boréales ». En effet celles-ci ont un écosystème comparable à celui des zones alpines. Ainsi, voient le jour plusieurs publications concernant majoritairement les Agaricales telles que « Agaricales de la zone alpine. Genre *Omphalina* » en 1977, « Agaricales de la zone alpine : *Psilocybe chionophila* » en 1977 ou encore « Catalogue des Agaricales de la zone alpine du Parc National de la Vanoise et des régions limitrophes » en 1986.

Au total, ce sont plus de 30 publications que Lamoure réalise au cours de sa vie. La majorité de son étude, bien que dédiée à la mycologie en zone alpine, se voit étoffée par de nombreuses recherches aussi bien cytologiques avec « Preuve caryologique que le Basidiomycète *Omphalina ericetorum* (Pers. ex Fr.) M. Lange peut être le mycobionte du Lichen *Botrydina vulgaris* Bréb. » publié en 1968, que systématiques avec « Systématique des Armillaires du groupe *Mellea*. Conséquences phytopathologiques. » (1985).

En 1992, Lamoure est responsable de l'organisation de la 3^{ème} édition du symposium international de mycologie artico-alpine, consécration de sa carrière de plus d'une trentaine d'années de recherches. (63, 136)

j. CLEMENÇON

Heinz Clemençon, né à Bienne en 1935, est un professeur et mycologue suisse. Ses travaux s'orientent notamment vers l'anatomie, la biologie, la cytologie et la taxinomie des Hyménomycètes ainsi qu'en témoigne son ouvrage « Anatomie der Hymenomyceten » publié en 1997. Il s'intéresse également à la microtomie et aux réactions microchimiques que les

champignons peuvent avoir face à divers colorants ainsi qu'il l'expose à la fois dans son ouvrage « *Methods for Working with Macrofungi* » publié en 2009 mais aussi dans un de ses articles publié en 1999 « *Carminophilie et Sidérophilie* » dans lequel il met en avant que les deux termes ne peuvent se substituer. En effet, cytologiquement, ils n'ont pas les mêmes modes de fixation vis-à-vis des granules des basides de *Lyophyllum* Karst. Celles-ci ont tendance à fixer le fer alors que le carmin ne l'est pas et ne sert qu'à mettre en avant la présence des métaux dans les granules.

Véritable maître de la microscopie, son autre œuvre « *Großpilze im Mikroskop* » publiée en 2012 met en valeur des études cytologiques poussées. Dans son ouvrage, Cléménçon présente 8 types de champignons pour lesquels il détaille à l'aide de coupes colorées la fusion, la division et la migration nucléaire des basides. (Fig. 64)

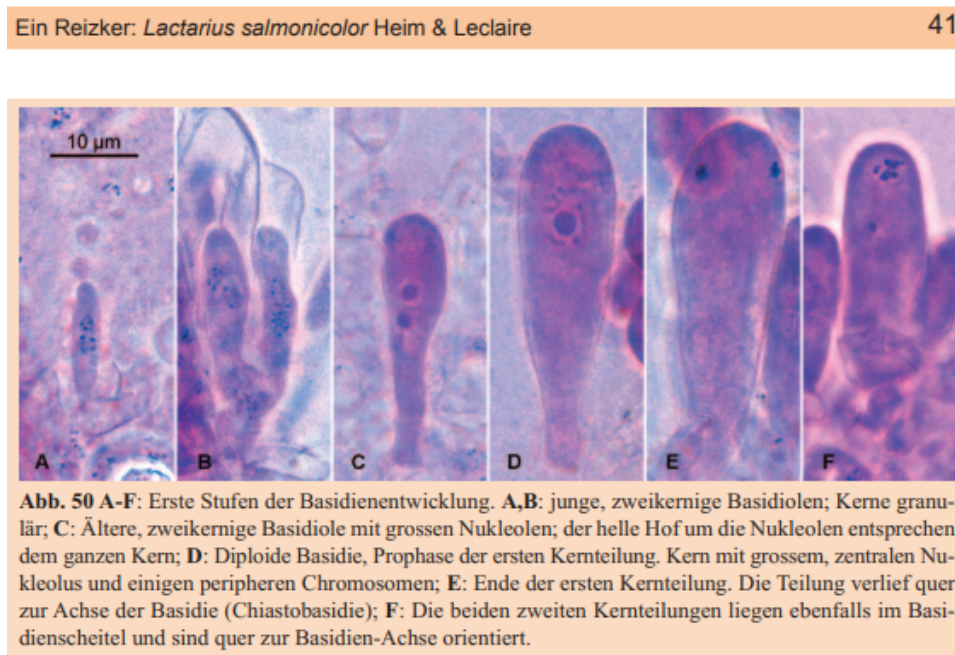


Figure 64 : *Lactarius salmonicolor* p.41 « *Großpilze im Mikroskop* » - Cléménçon

k. DUHEM

Bernard Duhem naît en 1964 à Magny-en-Vexin et décède en 2016 à La Ferté-sous-Jouarre. Dessinateur et mycologue français, il réalise des dessins de la faune et de la flore pour des éditeurs divers et variés. Ses illustrations seront aussi bien utilisées dans les dictionnaires, les livres de naturalistes ou encore dans les manuels scolaires. A titre d'exemple, nous pouvons

citer une de ses contributions phares, celle avec Régis Courtecuisse (1956 -) dans « Guide des champignons de France et d'Europe » publiée en 2000. Cette œuvre contient des clés de détermination macroscopiques, répertoriant au total 3 000 espèces de champignons.

En dehors de ses illustrations, il a également contribué à l'identification de 60 Aphyllophorales avec Jean-Pierre Dubus dans le département de Mayenne dont 41 inédites.

A travers ses travaux ce ne sont pas moins de 47 espèces qu'il décrit au fil de sa carrière. (473) Iconographe au service du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, il est également membre de la Société Mycologique de France. (268) Il a essentiellement participé à la révision de la mycothèque du muséum et en particulier à l'herbier Bourdot.

1. CORRIOL

Gilles Corriol est un botaniste et mycologue contemporain. Il se spécialise pour la phytosociologie et il est à ce titre responsable du pôle connaissance au Conservatoire botanique national des Pyrénées et Midi-Pyrénées. Ses apports et préoccupations sont plutôt liés au domaine de la myco-écologie avec des recherches axées autour des interactions que peuvent avoir les champignons entre eux, avec la végétation, ainsi qu'avec les sols. Cherchant à préserver la flore mycologique française, il réalise en 2014 avec C. Hannoire une « liste rouge d'espèces menacées de champignons en Midi-Pyrénées » selon la méthode de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). (116)

Au fil des sorties mycologiques, il découvre des espèces telle que *Pyrrhoglossum moliniophilum* Corriol ou en change la classification avec notamment *Pluteus fenzii* (Schulzer von Muggenburg) Corriol & P.-A. Moreau.

Conclusion

La mycologie, science qui doit son nom à Paulet, étudie le règne des *Fungi* dans un but de spéciation, de taxinomie et de systématique. Elle regroupe de nombreux domaines d'étude. A titre d'exemple, évoquons la phytopathologie, discipline étudiant les champignons responsables des maladies végétales, que certains mycologues comme Durrieu ont choisi comme spécialité. L'analyse des champignons responsables de pathologies humaines relève quant à elle de la médecine. La lichenologie, dont la systématique fut structurée par Acharius, peut compter sur des spécialistes comme Claude Roux pour améliorer la connaissance des champignons lichénisés. L'ethnomycologie, développée par Wasson, est une toute autre facette de la mycologie étudiant les relations aux champignons des différentes cultures humaines.

Nos connaissances actuelles sur la fonge sont le résultat du travail et de la passion de brillants mycologues. La préoccupation première était de distinguer les espèces comestibles afin d'utiliser cette denrée sans en subir la toxicité potentielle. Cet intérêt culinaire est toujours d'actualité ! Ainsi, la littérature propose de nombreux guides pour la récolte et la détermination des espèces comestibles et toxiques. Citons par exemple le « Guide des 60 meilleurs champignons comestibles » (2017) et « L'indispensable guide du cueilleur de champignons » (2017) de G. Eyssartier et P. Roux ou les « 4 saisons du champignon : petit guide naturaliste et gourmand avec 40 recettes » de L. Louis (2019). Les récoltes peuvent être déterminées par le biais d'ouvrages spécialisés ou grâce à l'expertise des professionnels des associations mycologiques et certains pharmaciens d'officine formés.

La mycologie a connu son véritable essor au début du XIX^{ème} siècle. Avant cette époque, les descriptions étaient succinctes, basées sur les caractères morphologiques les plus distincts et les auteurs se contentaient de parfaire les écrits de leurs prédécesseurs. Les premiers progrès se sont concentrés sur l'iconographie. Adoptant des techniques de dessin de plus en plus performantes puis valorisant la couleur, les mycologues ont fait des illustrations un élément descriptif aussi important que le texte. Nombre d'entre eux ont contribué au perfectionnement des représentations, depuis Weinmann qui fut le premier à coloriser ses planches gravées jusqu'à l'introduction de photographies en couleur par Marshall. Ainsi, la précision des illustrations de Lange servira largement pour la détermination d'espèces. La qualité des illustrations a suivi l'état des connaissances des espèces, permettant ainsi d'intégrer les détails microscopiques aux figures. Ainsi, Schäffer fut le premier à représenter des primordium et

Bresadola le premier à dessiner des coupes montrant asques et spores. L'utilisation des microscopes a révolutionné la compréhension du monde fongique et a permis d'établir de nouveaux critères discriminants. C'est d'ailleurs Leeuwenhoek, en travaillant sur les levures, qui identifie le mycélium. Cette découverte fut complétée par Tournefort qui en 1707 décrit ce mycélium. Notons que cette même année Tournefort fait la première description scientifique de la culture en frais de champignons dans les environs de Paris. (6) La microscopie a notamment permis à Micheli d'identifier les cellules reproductrices, nommées spores par Hedwig et ainsi d'en finir avec la théorie de la génération spontanée. Grâce à cette technique Leveillé a approché l'organisation structurale des thèques et des basides, lui permettant de séparer Ascomycètes et Basidiomycètes. La cytologie s'imposant dans l'étude des champignons, Dangeard a mis en évidence les anses d'anastomose et Maire élucidé la reproduction sexuée chez les champignons supérieurs, travaux largement enrichis par Clemençon. La contribution de Melzer à l'étude cytologique est majeure grâce à la technique de coloration qu'il a mise au point.

L'apport de Fries à la mycologie marque un tournant décisif dans l'approche de cette science. On lui doit en effet le système de classification moderne des mycètes. Bien qu'alors science à part entière, la mycologie souffrait d'un retard de sa systématique notamment au regard de la botanique. Linné, fondateur de la nomenclature binomiale, des règles de taxinomie et de l'organisation du vivant en règnes, l'avait à ce moment qualifiée de « chaos ». C'est pourquoi Fries s'est imposé en grand systématicien de la mycologie ; sa classification se révélant plus pertinente que celle proposée par Quélet ou encore celle proposée par Corda, basée sur la microscopie. Rappelons que Dilenius fut le premier à classer les champignons en fonction de leur surface fertile et que Persoon fut le pionnier dans la systématique des Urédinales, Ustilaginales et Gastéromycètes. De grands systématiciens comme Maire, Patouillard ou encore Boudier pour son apport à la systématique des discomycètes ont contribué à notre nomenclature actuelle.

La systématique ayant mis en exergue de nombreuses familles aux caractéristiques singulières, certains mycologues se sont spécialisés pour un genre de mycètes. Ce fut le cas de Cooke pour le genre *Laccaria*, Vittadini avec les truffes, Romagnesi pour les russules ou encore Bresadola concernant les aphylophorales.

Aujourd'hui l'étude des champignons s'inscrit dans le cadre plus global de l'écologie. Depuis Batsch, qui pour la première fois incluait les données de l'habitat à ses monographies, de nombreux mycologues comme Favre ou Kühner ont poursuivi la description des milieux en étudiant la phénologie et la chorologie des espèces. Ainsi l'autécologie des espèces fongiques

s'est développée avec la contribution de nombreux mycologues dont Bernard Dangien ou Guillaume Eyssartier qui décrit l'habitat pour chaque espèce dans «Le guide des champignons France et Europe ». Les premiers travaux sur la description des associations fongiques de Favre ont été complétés de maintes recherches sur les mycorhizes notamment celle de Marc-André Selosse démontrant ainsi leurs rôles dans les écosystèmes. Darimont en étendant les investigations à l'étude des mycosynécies, pose les fondements de la mycosociologie. Nos contemporains, Gilles Corriol, Pierre-Arthur Moreau et Régis Courtecuisse pour ne citer qu'eux, poursuivent les recherches pour la myco-écologie. Les recherches innovantes de l'équipe « Interactions Arbres-Microorganismes » de l'INRAE tentent d'élucider les relations au sein de la rhizosphère. Comme l'avait déjà compris Georges Becker, l'avenir est à la protection de la fonge. Cette nouvelle approche de la mycologie sera développée dans la partie suivante.

III. Myco-écologie

1. L' aut é c o l o g i e

a. Mycoflore

La mycoflore est l'ensemble des champignons.

Dans un écosystème, chaque espèce dépend des relations qu'elle entretient avec l'environnement et les autres espèces présentes créant ainsi un équilibre. Les mycètes n'y font pas exception. Ils forment justement avec la plupart des végétaux des associations symbiotiques, les mycorhizes, qui jouent un rôle fondamental dans tous les aspects de l'écologie et dans la dynamique des écosystèmes terrestres. (103)

Ces associations mycorhiziennes assurent un équilibre hydrique et nutritionnel, participant ainsi à la croissance et à la bonne santé des végétaux. En effet, au sein de cette symbiose mutualiste, les champignons grâce à l'étendue du réseau de filaments mycorhiziens, apportent des éléments inorganiques peu mobilisables par la plante comme le phosphore ou l'azote et des oligo-éléments comme le zinc et le cuivre. (82) Le mycélium mycorhizien via la mobilisation des nutriments est capable de transférer le carbone entre les plantes ce qui permet par exemple de maintenir la croissance des plantes se trouvant en zone ombragée ou même de fournir du carbone à une plante achlorophylle. (95) Il s'agit de la mycohétérotrophie ; le champignon étant engagé dans une association tripartite avec une plante autotrophe et une seconde dite mycohétérotrophe comme le sont par exemple les *Monotropoideae*. (234)

Les champignons mycorhiziens sont également pourvoyeurs de molécules de croissance comme l'auxine ou des cytokines (zéatine). (61) Les mycorhizes confèrent aux plantes une protection à la fois mécanique par la masse d'hyphes mycorhiziens et chimique par la production d'antibiotiques fongiques. Les plantes mycorhiziennes bénéficient en plus d'une résistance au stress biotique, au stress abiotique et aux activités anthropiques.

Cenococcum geophilum en est un excellent exemple : ce champignon ectomycorhizien ubiquiste présente une bonne tolérance au manque d'eau et pourrait donc également conférer à son hôte une éventuelle résistance à la sécheresse. (Fig. 65) (51)

Figure 65 ◀

Fiche 11 : *Cenococcum geophilum* –
« Colour Atlas of Ectomycorrhizae »,
Agerer (496)



Pour remplir toutes ces fonctions, on comprend aisément que chaque espèce végétale bénéficie d'un cortège d'espèces fongiques diverses tant au niveau taxinomique que fonctionnel. (453)

En contrepartie, 10 à 20% du carbone fixé au niveau végétal est transféré aux symbiotes fongiques hétérotrophes. (396)

Outre les champignons endomycorhiziens ou ectomycorhiziens, les groupes fonctionnels des champignons saprophytes et parasites participent eux aussi au fonctionnement des milieux naturels. En effet, les saprophytes, véritables décomposeurs sont impliqués dans la dégradation de la litière forestière et la décomposition du bois permettant la remise en circulation des minéraux. Ce recyclage de la matière organique est primordial pour l'intégration du carbone dans les sols et l'enrichissement de l'humus. (348)

Les champignons parasites quant à eux agissent comme des régulateurs du milieu. Leur développement opportuniste permet d'éliminer des organismes affaiblis. (176)

Il n'est plus à prouver que les champignons sont des acteurs indispensables de l'architecture des habitats naturels et de la pérennité des écosystèmes. Particulièrement étudiés dans les écosystèmes forestiers, les champignons contribuent à la stabilisation structurelle et à la fertilisation des sols.

b. Définitions

Le terme d'autécologie fut employé pour la première fois par Gottlieb Haberlandt, botaniste autrichien en 1884. Il se référait alors à l'étude des relations entre un individu ou une espèce et l'environnement. Cette définition a depuis été précisée. L'autécologie est aujourd'hui définie comme l'étude des réponses biologiques d'une espèce aux facteurs abiotiques de l'environnement dans lequel elle évolue. (119) Cette science étudie les comportements biologiques des espèces aux caractéristiques physiques et chimiques d'un environnement en fonction de leur physiologie propre et de leurs adaptations potentielles.

Elle met en évidence les exigences d'un individu vis-à-vis des caractères abiotiques d'un milieu. L'autécologie permet ainsi de définir les limites d'adaptation de chaque espèce envers les différents facteurs du milieu et donc de définir la préférence écologique de cette espèce, aussi appelée exigence stationnelle de l'espèce. (222)

Pour approcher l'autécologie d'une espèce fongique, le mycologue peut s'aider d'un écogramme. Ce type de diagramme est proposé pour la première fois par Jean-Claude Rameau dans son ouvrage « Flore forestière française : guide écologique illustré ». (138) Cet outil permet de définir des optimums pour une espèce végétale en fonction de plusieurs facteurs abiotiques que sont l'acidité, l'humidité du sol et le type d'humus.

Pour illustrer les notions d'optimum et d'amplitude écologique d'une espèce, voyons l'autécologie de 3 espèces différentes au moyen d'écogrammes. (Fig. 66, 67 et 68)

Mitrula paludosa Fries (1816)

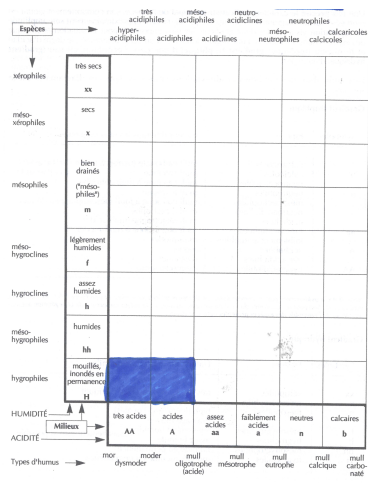


Figure 66 : Ecogramme et photographie de *Mitrula paludosa* Fries (326)

Imleria badia (Fries) Vizzini (2014)

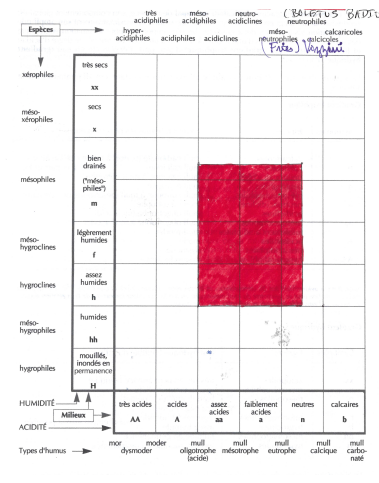


Figure 67 : Ecogramme et photographie d'*Imleria badia* (Fries) Vizzini (86)

Tulostoma brumale Persoon (1792)

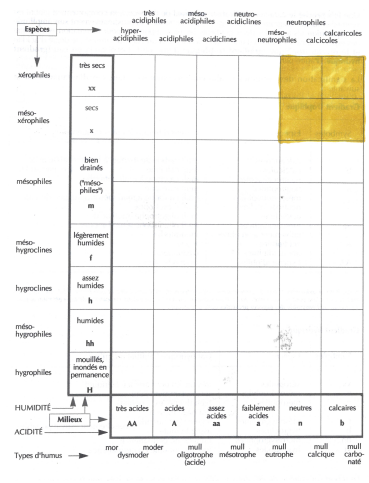


Figure 68 : Ecogramme et photographie de *Tulostoma brumale* Persoon (97)

Les graphiques ci-dessus permettent d'identifier clairement 3 milieux distincts ; il est cependant primordial pour définir l'autécologie d'une espèce fongique, de prendre en compte les données de la phytosociologie en plus d'un gradient trophique et d'un gradient hydrique.

Ainsi, *Mitrula paludosa* est une espèce très acidiphile qui nécessite des substrats ligneux (débris de bois, feuilles, brindilles ou cônes immergés). C'est aussi une espèce hygrophile ; on peut même la considérer comme une indicatrice des marais, des tourbières à sphaignes et des petits rus à eau courante.

A l'opposé, *Tulostoma brumale* s'établit dans un milieu calcicole voire calcaricole, chaud et ensoleillé. Les alliances phytosociologiques associées sont le Mesobromion ou le Xerobromion correspondant à des biotopes tels que les pelouses calcaires sèches à brome dressé et les pelouses maigres installés sur substrat calcaire.

Pour finir, *Imleria badia* est une espèce ectomycorhizienne dotée d'une plus grande souplesse écologique que les deux exemples précités. Elle est présente dans des sites de pH acide à

neutrocline. On trouve *Imleria badia* dans les pinèdes, plus rarement sous feuillus, dans tous les cas sur sols non calcaires. (387)

L'intérêt de l'autécologie est double. En particulier pour le mycologue de terrain, sa connaissance est un caractère distinctif tout aussi pertinent que les caractères morphologiques pour la détermination de certaines espèces. Identifier l'essence hôte permet, comme c'est le cas pour les lactaires à lait carotte (les dapètes), d'asseoir leur détermination. Ainsi *Lactarius salmonicolor* est trouvé sous *Abies*, *Lactarius deterrimus* sous *Picea* et *Lactarius deliciosus* sous *Pinus sylvestris* ou d'autres pins. Le cortège fongique du Melèze d'Europe est encore plus caractéristique. En effet, les espèces *Suillus bresadolae*, *Suillus grevillei*, *Lactarius porninsis*, *Russula laricina*, *Boletinus cavipes*, *Laricifomes officinalis*, *Hygrophorus lucorum* sont strictement inféodées au Melèze *Larix decidua*. Même si cette spécificité d'espèce ne concerne que quelques champignons, les données de l'autécologie d'une espèce permettent de prédire sa présence au sein d'un milieu. En 1976, Robert Kühner encourageait déjà les mycologues à s'intéresser à l'environnement des champignons et c'est ainsi que les données écologiques furent intégrées aux descriptions mycologiques des espèces. (301)

Dans un contexte écologique plus général, l'autécologie des espèces fongiques est primordiale pour identifier les milieux accueillant une riche biodiversité fongique, prérequis à la mise en place de mesures de protection des milieux naturels.

L'autécologie et la synécologie sont deux sciences complémentaires qui forment ensemble l'écologie. L'autécologie ne peut à elle seule expliquer la répartition d'une espèce puisque cette répartition est également dépendante des relations intraspécifiques et interspécifiques de cette espèce. Elle est complétée par la synécologie, étude des interactions biotiques entre les différents êtres vivants au sein d'un même milieu.

La mycocénologie étudie les mycocœnoses c'est-à-dire la composition, l'organisation et les interactions des communautés de champignons dans un espace écologique donné. Elle établit la causalité entre les facteurs biotiques et abiotiques du milieu. (416)

La myco-écologie nécessite les données de la chorologie qui est l'étude explicative de la répartition géographique des espèces vivantes et de ces causes. (427)

L'étude des symbioses mycorhiziennes a connu une révolution majeure. En effet, les recherches s'orientent actuellement vers une compréhension des relations entre la plante et les

micro-organismes au sein de la rhizosphère. Celle-ci est définie par Hiltner, en 1904, comme la zone du sol influencée par les racines et leurs microorganismes. Ainsi, il existe toute une gamme d'associations mutualistes entre plantes, champignons et bactéries résultant d'une coévolution. (237)

Dans cette rhizosphère, où règne une activité biologique plus intense, les bactéries interagissent entre elles, avec les plantes mais aussi avec les champignons. Les PGPR, « Plant Growth-Promoting Rhizobacteria », sont des rhizobactéries stimulant la croissance de la plante. Ces bactéries des genres *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter* entre autres produisent l'auxine, une phytohormone favorisant directement la croissance racinaire. De plus, en sécrétant des antibiotiques et des antifongiques, elles antagonisent les parasites des tissus racinaires, permettant ainsi indirectement le développement racinaire. Le microbiome de la rhizosphère est un acteur majeur du fonctionnement de la mycorhization. Les bactéries auxiliaires de la mycorhization dites BAM sont des protéobactéries Gram – (*Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*), des firmicutes (*Bacillus*, *Brevibacillus*, *Paenibacillus*) et des actinomycètes Gram + (*Arthrobacter*, *Rhodococcus*, *Streptomyces*). (405) Elles participent d'une part à l'établissement de la symbiose via des signaux moléculaires permettant chez le champignon de stimuler la croissance apicale et la survie du mycélium pré-symbiotique et chez la plante d'augmenter la réceptivité des racines secondaires à la mycorhize. Certaines de ces bactéries déclenchent la synthèse de métabolites tels que les flavonoïdes qui, chez les végétaux attirent le mycélium aux racines. D'autre part, ces bactéries permettent d'accroître le flux de nutriments vers la plante. En effet, les enzymes hydrolytiques et phosphatases bactériennes permettent de mobiliser le phosphate et l'azote du sol comme illustré par la figure 69. (60) Certaines souches bactériennes s'associent spécifiquement à un genre de mycète ; cela a été démontré avec *Pseudomonas fluorescens* pour le genre *Laccaria*. (372) De surcroît, les symbioses mycorhiziennes exercent une pression de sélection sur les communautés bactériennes du sol environnant, sélectionnant les souches capables de solubiliser le phosphate. (374)

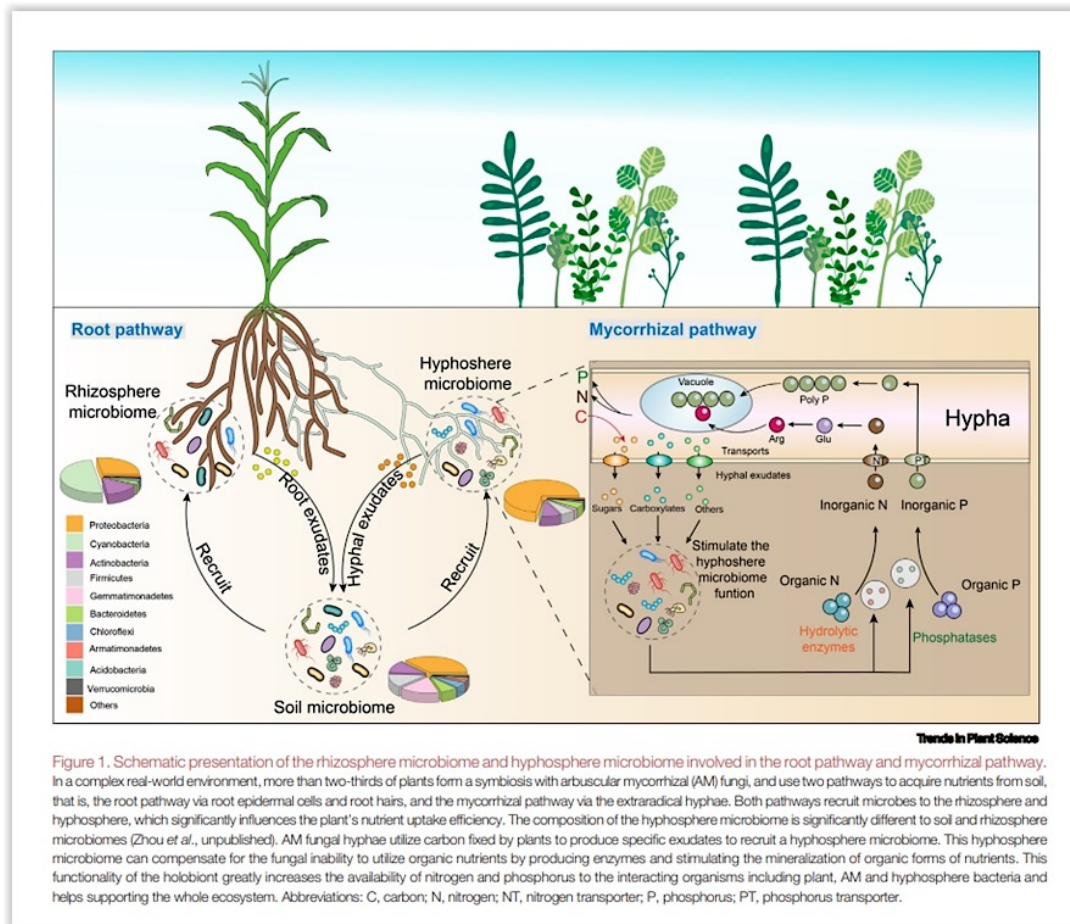


Figure 69 : Schéma des interactions entre plante, champignon et bactéries au sein de la rhizosphère

S'agissant d'une relation mutualiste, les bactéries bénéficient des sécrétions et exsudats provenant de la plante et des hyphes.

Outre les bactéries libres précitées, d'autres groupes microbiens influencent le comportement des plantes. Les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote permettent via la formation de nodosités racinaires d'alimenter directement leur hôte en ammonium, réduit à partir de l'azote atmosphérique tout en bénéficiant d'un apport en carbone. Enfin, bien que leur rôle au sein de la mycorhize soit méconnu, des endobactéries ont été identifiées à l'intérieur des hyphes.

2. Méthodologie pour réaliser des inventaires

L'amélioration de la connaissance de la mycoflore nécessite un travail d'inventaire. L'autécologie étudiant les espèces au regard de leurs réponses aux facteurs abiotiques d'un environnement, il est indispensable de préalablement caractériser ces milieux.

a. L'habitat

Un habitat est défini comme l'ensemble des paramètres se rapportant au climat, au sol et aux végétaux. Il convient donc de connaître les facteurs climatiques comme la température, l'hygrométrie, l'exposition à la lumière, les facteurs physico-chimiques comme la composition et la texture des substrats et la réserve en eau. (224)

- Le climat

Ce terme regroupe différents facteurs que sont les précipitations, la température moyenne annuelle ou encore la durée des saisons. On distingue le macroclimat qui correspond à l'échelle régionale, le méso-climat se rapportant au climat local et variant en fonction de la topographie et le microclimat qui fait référence à l'environnement le plus proche des champignons étudiés. Par exemple, les champignons que l'on récolte sur la face supérieure d'un tronc sont souvent très différents de ceux que l'on trouve sur la face inférieure qui sont qualifiés de lucifuge.

En France, le territoire est partagé en deux principaux types de climat. Le climat océanique qui sous l'influence de l'océan Atlantique, est caractérisé par de fortes précipitations venues de l'océan et de faibles écarts de températures. En France, ce climat est surtout présent dans les régions allant de la Bretagne aux Ardennes. Le climat continental, lui, est représenté par des écarts thermiques importants entre les saisons. Les hivers sont longs et rudes avec généralement de fortes gelées et les étés sont chauds et orageux. Les intersaisons y sont réduites et les précipitations conséquentes bien que variant en fonction de la topographie.

Notons la singularité que constitue le climat méditerranéen installé sur les pourtours du bassin méditerranéen jusqu'aux Alpes de Haute-Provence, qui offre un climat plus chaud avec une température moyenne annuelle avoisinant les 16°C et une pluviométrie plus faible.

Les principaux paramètres à prendre en compte pour définir un méso-climat sont l'altitude et la température. Les différents étages définis en France sont les suivants :

- L'étage planitiaire et collinéen englobe toutes les vallées de basses altitudes. Celui-ci compose la majeure partie du territoire français.
- L'étage montagnard comprend les reliefs situés entre 400 à 1 300m d'altitude. La température moyenne annuelle est de 6°C environ. On y relève une forte humidité et nébulosité. Cet étage est représenté par une végétation de type prairies de fauche à Renouée bistorte, toutes les hêtraies et sapinières.

- L'étage subalpin englobe les reliefs compris entre 1 200 et 1 800m d'altitude. On y observe une atmosphère sèche et une température annuelle comprise entre -2 et 4°C. Nous pouvons observer par exemple une végétation constituée de pelouses subalpines à Sesslerie.

- L'étage alpin comprend tous les reliefs situés entre 2 200 à 2 500 mètres d'altitude. Il s'agit d'un étage asylvatique avec une température moyenne annuelle inférieure à 0°C. Du fait de ces conditions climatiques rudes, il n'y a plus de croissance des phanérophytes.

La température est le deuxième critère pour définir le climat.

- Un climat est dit cryophile si la température est inférieure à 0°C la majeure partie de l'année. La végétation présente dans ces conditions constitue par exemple des pelouses alpines basophiles des crêtes ventées à Elyna.

- Le climat psychrophile se caractérise par une basse température. Nous pouvons retrouver de la végétation type pelouses calcicoles à Sesslerie.

- Le climat mésotherme se définit par des températures positives la majeure partie de l'année.

- Le climat thermophile, caractérisé par des chaleurs plus élevées, présente une végétation composée de pinèdes, de chênaies pubescentes et chênaies vertes. (297)

- Le sol

La description d'un sol requiert l'analyse de plusieurs paramètres édaphiques. (224)

Celui-ci peut être analysé en fonction de son niveau hydrique. Dans ce cas, nous pouvons observer différents types d'espèces nous permettant de nommer le type de sol sur lequel nous réalisons l'étude. Pour les définitions :

- un milieu aquatique abrite peu de champignons supérieurs

- un sol hygrophile, soit très humide se voit accueillir roselières, aulnaies, tourbières, bas-marais

-un sol méso-hygrophile ou humide regroupe prairies alluviales de fauche à agrostide stolonifère

- un sol hydrocline est frais. Il constitue le sol des prairies à colchiques

- un sol mésophile, dit moyen, est celui de prairies de fauche à avoine élevée

- un sol xerocline est un sol un peu sec qui est le propre des hêtraies, chênaies, charmaies, sur sol peu épais

- un sol mésoxérophile c'est-à-dire assez sec est retrouvé pour les pelouses calcaires à brome dressé

- un sol xérophile, très sec, s'observe pour les pelouses arrière-dunaires.

Le dernier paramètre important à prendre en compte pour l'analyse d'un sol est son pH.

Un sol peut être catégorisé en fonction des valeurs de pH comme suit :

- Pour un sol dont le pH inférieur à 4, les espèces sont hyper-acidophiles comme c'est le cas dans les marais à sphaignes.
- Si le pH est compris entre 4 et 5, ce sont les espèces acidophiles qui colonisent le sol comme dans les bas marais à *Carex curta*.
- Un sol de pH entre 5 et 6 abrite des espèces acidoclines
- Pour un pH de 6 à 7, les espèces sont dites neutrophiles.
- Une valeur de pH comprise entre 7 et 8 indique un sol favorable à la présence d'espèces basophiles.

- La végétation

Au sein d'un milieu, la prévalence des espèces fongiques dépend du couvert végétal, c'est pourquoi la typologie de la végétation est essentielle dans la description d'un habitat. (416) La phytosociologie est la science qui décrit les différents milieux par une connaissance approfondie des phanérogames présents. A partir de la composition floristique, la typologie phytosociologique définit les milieux. (399, 362)

Plusieurs référentiels basés sur l'identification de la végétation facilitent la description des habitats. En France, le code CATMINAT permet une détermination de l'habitat à partir d'unités phytosociologiques. CORINE est également une typologie opérationnelle des habitats. L'utilisation de cette méthode européenne de nomenclature des biotopes permet d'harmoniser les protocoles d'inventaires. (332) Pour la France, le code CORINE identifie 7 habitats illustrés par l'image ci-dessous. (Fig. 70)



Figure 70 : CORINE biotopes (476)

L'autécologie en mycologie implique de s'intéresser également à la biologie des espèces. Usuellement on distingue les champignons mycorhiziens des champignons saprophytes. Les premiers, associés au système racinaire d'un végétal, poussent dans le sol. Les seconds dits saprophytes ou saprotrophes sont des décomposeurs des substrats sur lesquels ils évoluent.

Le tableau suivant illustre quelques-unes des fonctions écologiques de ces champignons. (384)

Tableau I : exemples de biotopes

Epithète	Substrats
Acicole	Aiguilles de conifères
Bryophile	Bryophytes
Carbonicole	Zone brûlée
Carpophile	Fruits
Coprophile	Excréments
Entomophile	Insectes
Fimicole	Fumier
Foliicole	Feuilles non décomposées
Fongicole	Champignons
Humicole	Humus (litière fortement décomposée)
Lichénicole	Lichens
Lignicole	Bois
Praticole	Herbacées
Ramicole	Branchettes tombées à terre
Séminicole	Graines
Strobilicole	Cônes de résineux tombés à terre
Turficole	Tourbes

De nouvelles données précisent que certains champignons sont capables à la fois de créer une relation mycorhizienne mais également d'avoir un comportement saprotrophique. Par exemple le genre *Laccaria* possède un capital enzymatique qui lui permet en plus de son rôle fondamental de symbiote, de dégrader des substrats ligneux. (427)

b. Récolte et inventaire

La récolte comprend l'identification des espèces. La discrimination se fait majoritairement de façon macroscopique et très souvent microscopique. L'inventaire liste ensuite les espèces en fonction de leur micro-habitat pour chaque station étudiée. Ce recensement se présente en général sous la forme d'un tableau où chaque espèce est notée présente ou absente du milieu considéré.

Le cadre de l'inventaire doit être défini. La récolte est circonscrite aux sites géographiques d'intérêt que représentent les stations. Ce sont des étendues de terrain homogène dans leur topographie, climat, composition floristique, conditions édaphiques... Le protocole d'échantillonnage comprend les éléments suivants : nombre d'années de l'inventaire, nombre de récoltes par année, temps consacré à chaque sortie, attribution des effectifs...

En raison du caractère sporadique de croissance des champignons et de la fugacité d'apparition de leur appareil végétatif, 3 ans d'études semblent être un minimum. La majorité des auteurs s'accordent sur une durée de 7 ans afin de permettre la mise en évidence de la totalité des espèces présentes au sein d'une station.

La proposition de la GNB (= Gestion forestière Naturalité et Biodiversité), dans la description de leur protocole, d'un binôme associant un mycologue et un botaniste pour réaliser un inventaire semble indispensable. En effet, ce binôme est complémentaire pour l'identification des espèces fongiques dans leurs habitats. (52)

L'immensité de la biodiversité fongique implique un travail d'inventaire chronophage et des robustes connaissances en détermination d'espèces. Certaines espèces ne sont pas identifiables en première approche et nécessitent une analyse microscopique. De nombreux autres paramètres influent sur la fiabilité de l'inventaire. La croissance sporadique de l'appareil végétatif, la phénologie de fructification, la fugacité d'apparition du carpophore et l'impossibilité d'inclure les champignons microscopiques sont autant de biais dans les méthodes d'inventaire.

En outre, l'étude des champignons ne peut guère bénéficier des investigations de laboratoire car la plupart des espèces fongiques ne peuvent être cultivées et l'échantillonnage des récoltes pour analyse est destructeur pour la plupart des spécimens. En revanche, l'apport récent de la génomique permet d'identifier beaucoup d'espèces cryptiques.

c. Interprétation des inventaires

Le but des inventaires, au-delà de l'amélioration des connaissances de la fonge et de son rôle dans l'écosystème, consiste en l'identification des espèces menacées et des espèces emblématiques. En effet, l'analyse des inventaires permet de savoir dans quel habitat on recense les espèces les plus abondantes, les plus répandues et les plus fréquentes.

La comparaison de ces inventaires met en évidence les milieux recelant une biodiversité riche. Nous avons pu constater qu'il n'existe pas de protocole consensuel pour le domaine de la mycologie. Ce manque d'harmonisation des méthodes engendre des problèmes de reproductibilité et la comparaison des résultats des études est rendue plus difficile en l'absence de paramètres similaires.

Malgré tout, ce domaine, porté par la volonté des scientifiques et mycologues est en pleine expansion. Ainsi, dans la littérature scientifique, naissent des inventaires mycologiques issus de plusieurs régions françaises, permettant d'identifier des espèces et des habitats d'intérêt et ainsi de hiérarchiser les milieux naturels à préserver. Ces analyses patrimoniales permettent d'émettre des pistes quant à la sauvegarde de la biodiversité pour guider les gestionnaires des milieux naturels.

Considérant l'ensemble des facteurs à prendre en compte pour définir l'autécologie et l'amplitude de réponses à ces facteurs, l'analyse d'un inventaire est complexe. Pour ce faire, les mycologues s'appuient sur des outils statistiques. Plusieurs valeurs sont définies pour permettre une analyse fonctionnelle et patrimoniale des inventaires. L'analyse fonctionnelle estime le fonctionnement de l'écosystème étudié. L'analyse patrimoniale évalue la valeur du patrimoine fongique d'un site donné et la mise en corrélation avec les listes rouges, indique les biotopes d'importance écologique majeure permettant donc aux gestionnaires des milieux naturels de hiérarchiser la protection des milieux. (422, 425, 62, 89)

- Diversité fongique et diversité aréale :

La diversité fongique est le nombre d'espèces de champignons inventoriées sur le site. La diversité fongique est qualifiée de faible en dessous de 250 individus recensés et très élevée au-dessus de 450 espèces. La diversité aréale est le nombre d'espèces recensées par unité de surface (hectare). Ces données permettent d'apprécier la richesse de la diversité fongique.

- Indice d'abondance des populations fongiques :

Cet indice d'abondance (IA) est un indicateur de biodiversité. Il correspond à l'expression du nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface. L'unité de surface est définie pour chaque étude en fonction du terrain étudié en m². Pour approcher cette quantité d'individus et d'espèces dans des conditions de pousse favorable, on sélectionne le meilleur relevé c'est-à-dire le relevé correspondant à l'année durant laquelle sont dénombrés le plus d'individus.

Cet indice est coté par des chiffres de 0 à 4 comme suit :

Tableau II : Indice d'abondance

0	1 seul spécimen
1	2 à 5 spécimens
2	6 à 20 spécimens
3	21 à 100 spécimens
4	Plus de 100 spécimens

- Répartition des populations fongiques dans les différents habitats

Cette valeur nous permet de savoir si une espèce est répandue ou non. Pour cela, on définit des carrés soit des unités dimensionnelles dans la station. Il s'agit de dénombrer pour chaque espèce, le nombre d'apparition dans ces unités.

- Fréquence d'apparition des populations fongiques

La fréquence reflète le caractère présent ou absent du champignon, du moins de son carpophore, lors d'un relevé. On reporte cette donnée sur le nombre de relevés effectués. Elle caractérise les cycles de fructification des espèces.

- Statut trophique :

Il s'agit de classer les espèces en fonction de leurs modes de vie. On désigne ainsi les espèces ectomycorhiziennes, parasites, saprophytes avec les différents biotopes comme décrits précédemment.

- Fidélité des espèces

L'expression de la fidélité pour un habitat est une notion fondamentale de mycosociologie. Elle se mesure à partir de plusieurs paramètres : (391)

- la spécificité qui entend le caractère exclusif à l'habitat
- la fréquence dans cet habitat
- l'abondance (IA)

Ainsi l'espèce est classée élective, préférentielle, patrimoniale, parapluie ou emblématique.

Tableau III : notion de fidélité des espèces pour un habitat

Espèce élective	Cette espèce est spécifique d'un habitat (seulement présente dans d'autres habitats comme espèce compagne).
Espèce préférentielle	Elle est préférentielle si elle est présente dans plusieurs habitats mais avec une nette préférence pour un habitat donné.
Espèce patrimoniale	C'est une espèce rare dans son habitat et son habitat est peu répandu.
Espèce parapluie	C'est une espèce représentative d'un groupe d'espèces ayant les mêmes préférences écologiques.
Espèce emblématique	C'est une espèce parapluie dont l'habitat à une forte valeur écologique (donc susceptible d'abriter des champignons rares ou vulnérables). C'est un élément du patrimoine écologique.

- Spectre biologique des zones boisées

Mathématiquement, il s'agit du rapport :

$$\frac{\text{nombre d'espèces mycorhiziennes}}{\text{nombre d'espèces saprophytes}}$$

C'est un indicateur du bon état de santé d'un écosystème forestier. En effet, rappelons que les racines des arbres sont les sièges d'ectomycorhizes apportant un bénéfice à l'espèce végétale comme à l'espèce fongique en terme de développement et de survie. Un sol pauvre, particulièrement acide, pollué, trop concentré en azote va amoindrir la formation des mycorhizes.

- Indice patrimonial

Cet indice hiérarchise les différents milieux en fonction de leur valeur patrimoniale fongique sur la base de la catégorie de menace des espèces et le nombre d'espèces répertoriées.

- Catégories de menace

Cette donnée est essentielle pour l'analyse patrimoniale. En se référant aux listes rouges régionales ou nationales, on détermine pour chaque espèce s'il s'agit d'une espèce menacée et dans quelle mesure. En effet, il existe une hiérarchisation des menaces qui est la suivante : (Fig. 71)

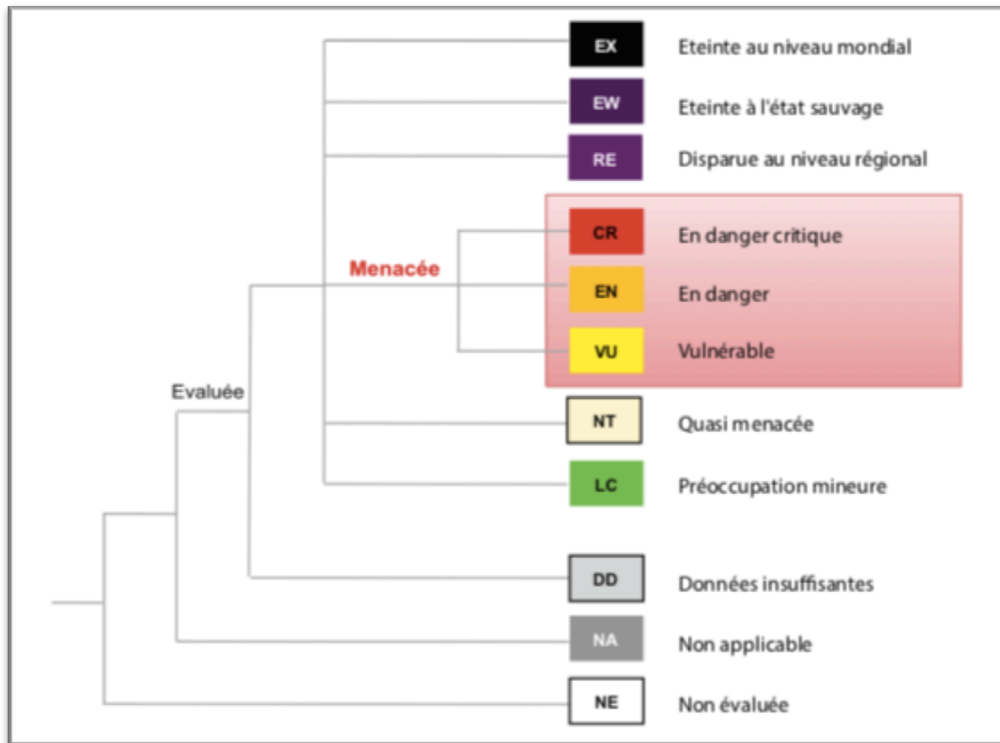


Figure 71 : Présentation des catégories de l'UICN utilisées à une échelle régionale (436)

9 des catégories de menace identifiées par l'UICN peuvent être adaptées à la mycologie. En effet, les catégories « éteinte au niveau mondial » et « éteinte à l'état sauvage » ne sont pas applicables à ce domaine. Les experts ont validé l'utilisation d'une mention « peut être disparue » pour les espèces dont la disparition est probable mais qui nécessite des prospections supplémentaires pour en acquérir la certitude.

Le cumul des analyses d'inventaires tend à démontrer que les habitats recelant une grande diversité fongique sont les tourbières, les bois humides et feuillus. Ces données sont corrélées au mode de vie des champignons qui s'expriment mieux pour une majorité d'entre eux dans des milieux frais et humides.

Au-delà d'une simple incrémentation des connaissances de la fonge et de ses habitats, les inventaires permettent d'identifier les espèces de champignons menacées et les habitats d'intérêt écologique. C'est grâce à ce travail que les données nécessaires à l'établissement des listes rouges sont actualisées. De plus, c'est un prérequis indispensable à la création de mesures de protection de la biodiversité et/ou de ses biotopes.

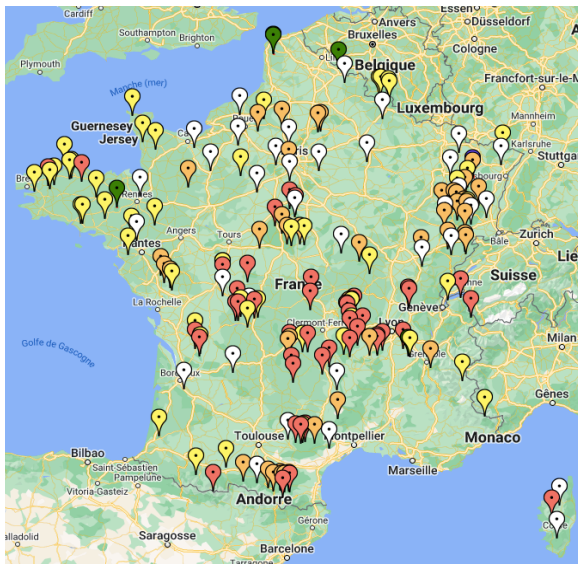


Figure 72 : Carte d'occupation *Mitrula paludosa*

Pour reprendre notre exemple, c'est la chorologie de *Mitrula paludosa* qui nous indique sa présence dans les milieux humides et donc la nécessité pour protéger cette espèce de sauvegarder les habitats humides. (Fig. 72) (37)

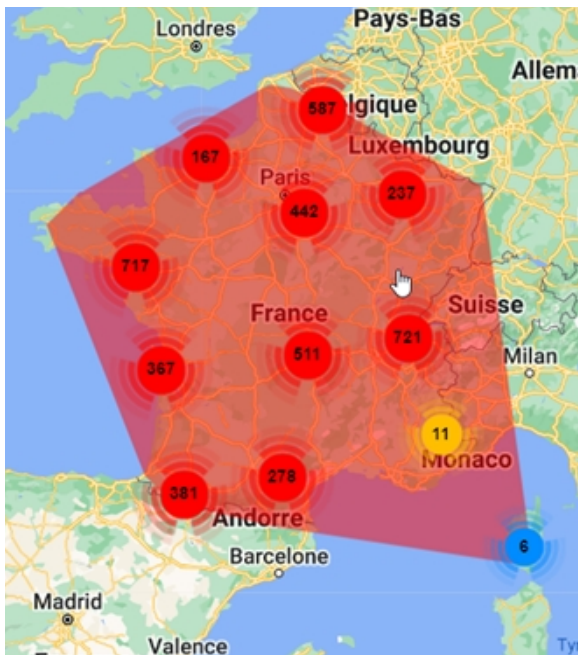


Figure 73 : Occurrence *Imleria badia*

Cette carte montre l'occurrence d'*Imleria badia*. (Fig. 73) Inféodé aux Pins, ce champignon est ubiquiste. Il est un exemple d'espèce de préoccupation mineure selon les catégories de l'UICN.

3 . P r o t e c t i o n d e s b i o t o p e s

a. Contexte et enjeux

Dès le début des années 1990, les scientifiques mettent en garde sur le déclin observé de la biodiversité fongique. Les premières données issues des inventaires confirment cette tendance avec l'identification d'espèces menacées. Les causes sont nombreuses : changements climatiques, perte ou dégradation des habitats naturels, surexploitation des ressources, pollution, introduction d'espèces envahissantes ou invasives...

Bien que les champignons soient des acteurs essentiels de la biodiversité, la mycoflore n'est pas abordée dans la mise en place des indicateurs et la réglementation de préservation d'habitats remarquables. Pourtant il est démontré que le règne des *Fungi*, malgré sa résilience écologique subit une diminution quantitative et qualitative de sa biodiversité. (395)

Ce grand vide pour la préservation des espèces fongiques s'explique par des connaissances encore aujourd'hui insuffisantes dans les domaines de l'autécologie mycologique et de la mycocœnologie. Cela relève du fait que la mycologie est une science relativement récente dont l'étude est difficile pour des raisons taxinomiques et phénologiques. (427)

Dans un contexte écologique, l'intérêt pour la fonge est pourtant multiple.

En effet, puisque les champignons se spécialisent dans des milieux et à des conditions écologiques particulières, ils sont des bioindicateurs précieux de la santé des milieux. (448) En particulier dans les milieux prairiaux, les champignons sont un indicateur de pollution par les engrais agricoles composés d'azote, phosphore et potassium (N, P, K). Les espèces fongiques possèdent une sensibilité différente à la teneur du sol en azote. Les champignons du genre *Hygrocybe* y sont très sensibles ; chez ces espèces la dose toxique est atteinte pour une faible concentration en nitrates. (96) Ainsi, une prairie ou une pelouse enrichie en azote, verra sa population d'*Hygrocybes* décliner au profit d'espèces nitratoclines comme les *Lepista* voire nitratophiles comme *Agaricus xanthoderma*. (88)

Connaître l'autécologie des espèces permet donc d'approcher la composition édaphique d'un sol mais aussi de révéler l'état de santé d'un écosystème. En effet, l'analyse de leur spectre biologique, soit le rapport des champignons mycorhiziens sur saprophytes, évalue l'état fonctionnel d'un écosystème forestier. (399) Les champignons mycorhiziens et saprophytes sont indispensables pour l'accomplissement des différentes phases de la sylvigénèse. (127) Ils jouent un rôle dans la croissance mais également dans la décomposition de l'arbre c'est-à-dire la dégradation de la lignine et de la cellulose et la formation des humus. Ainsi, il existe une

succession de mycétations qui conduisent à la pourriture de l'arbre et son observation rend compte des différentes phases de la sylvigénèse. (448, 230) Les champignons saproxyliques du genre *Hericium* sont des espèces déterminantes, révélatrices d'une forêt ancienne et peu perturbée par les activités anthropiques de foresterie. (290)

Puisque mycoflore et préservation des écosystèmes sont étroitement liés, la protection du règne fongique s'inclut dans la protection des habitats. Les champignons sont complètement dépendants de leurs biotopes c'est pourquoi la protection des espèces fongiques repose sur la préservation de leurs milieux naturels.

b. Mesures de protection

Pour obtenir un statut de protection, une espèce ou un biotope doit faire l'objet d'une protection juridique.

En 1992, la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, dite Convention de Rio, est le premier traité de droit international qui reconnaît la protection de la biodiversité comme enjeu majeur mondial. Elle offre un cadre juridique pour les programmes nationaux de conservation de la diversité biologique. (214) Sont incluses par exemple toutes les mesures pour la création d'aires protégées ou la gestion durable des forêts. (390)

La Convention de RAMSAR ratifie le premier traité pour la protection spécifique d'un habitat. Amendée en 1982 pour la protection des oiseaux migrateurs, elle conduit à la protection des zones humides comme les tourbières qui se trouvent être des milieux d'une grande richesse fongique. (26, 393)

La convention de Berne règlemente au niveau européen la conservation de la flore et de la faune sauvage et de leur habitat en se basant sur les espèces menacées.

Dans l'optique de conserver les habitats naturels, la directive 92/43/CEE dite « habitats, faune, flore » en application de la convention de Rio place la biodiversité et son maintien au plan des préoccupations premières. Elle prévoit la constitution du réseau « Natura 2000 », réseau écologique européen regroupant les sites qui doivent être préservés. (4) Natura 2000 planifie entre autre la gestion de chaque zone concernée.

Aucun de ces cadres réglementaires n'intègre le règne fongique ! Actuellement, en France 140 habitats ont été identifiés dont 37 jugés prioritaires pour la conservation des espaces et des espèces sauvages. Ce sont des espèces exclusivement animales et végétales et aucun

habitat n'est destiné à la mycoflore. Le seul moyen de protéger une espèce fongique est de la faire bénéficier de la réglementation générale pour la protection de son habitat.

A cette fin, les inventaires sont des outils d'aide à la décision. Ils constituent un bilan des éléments majeurs du patrimoine naturel, servant ainsi de référentiel pour tous les projets de protection des biotopes. (27) En France, depuis 1982, l'inventaire ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) définit des zones d'intérêt biologique élevé. De nombreux mycologues français proposent l'acronyme ZNIEFFF qui permettrait enfin d'y intégrer la fonge puisque celle-ci est également exclue de ce programme. Une zone dite ZNIEFF de type I correspond à un territoire délimité par des critères écologiques homogènes qui abrite obligatoirement au moins une espèce, association d'espèces ou un habitat rare. La définition d'une ZNIEFF est seulement déterminée en fonction de la valeur patrimoniale du site. Elle repose donc sur une liste d'espèces et d'habitats déterminants. Une espèce est dite déterminante si elle bénéficie d'une catégorie de menace : en danger, vulnérable ou rare selon la définition de l'UICN, s'il s'agit d'une espèce protégée ou d'une espèce à intérêt patrimonial. Définir une espèce déterminante en mycologie est complexe ; elle est définie à dire d'experts mycologues en se basant principalement sur les critères d'occupation, de fidélité de l'espèce, de raréfaction de l'espèce, de sa présence au sein d'un habitat rare et du degré de menace pesant sur l'espèce. En 2012, en Lorraine, 38 espèces déterminantes de niveau 1 ont été identifiées à dire d'experts mycologues. Ainsi il existe des listes d'espèces fongiques déterminantes régionales dont la valeur écologique permet de les inclure dans certaines ZNIEFF et même de créer des ZNIEFF sur la base d'un cortège fongique. C'est le cas de la ZNIEFF du Vallon Saint- Arnould à Deyvillers. (107) Il s'agit d'une baitulée et aulnaie tourbeuse au sein de laquelle *Psathyrella sphagnicola* est une espèce déterminante des tourbières acides à sphaignes, *Mitruha paludosa* est une espèce déterminante des milieux humides et les espèces du genre *Alnicola* sont les espèces compagnes. (106)

Les listes rouges sont quant à elles un répertoire des espèces nécessitant des mesures de protection au regard de leur risque d'extinction. Elles recensent les espèces menacées dans le but d'identifier les priorités de conservation et ainsi d'orienter les décisions de protection. Déjà bien documentées pour la faune et la flore, c'est le mycologue français Régis Courtecuisse, qui en 1997, rédige la première liste rouge des champignons pour la région Nord-Pas-de-Calais. Depuis, quelques régions de France se sont dotées d'une liste rouge des espèces fongiques pour l'évaluation et la conservation des biotopes. En effet, ces listes sont utiles à l'analyse patrimoniale d'un milieu. La finalité serait d'assurer une protection légale aux espèces consignées dans ces listes. (174) Actuellement les mycologues élaborent une liste

rouge nationale en vue d'une validation par l'UICN. (25) L'objectif est d'obtenir un inventaire mondial des espèces menacées comme indicateur de suivi de l'état de la biodiversité. (14) Pour définir la catégorie de menace d'une espèce l'UICN se base sur des critères d'évaluation qui sont par exemple, la taille de la population de l'espèce, l'aire d'occupation, l'aire d'occurrence, le nombre de données relatives selon des périodes définies, le déclin constaté, la fragmentation, l'habitat menacé... Ces critères sont confrontés aux bases de données de la mycoflore pour l'attribution d'une catégorie. En France, c'est la plateforme ADONIF (Association pour le Développement d'Outils Naturalistes et Informatiques pour la Fonge) qui recueille les données issues des inventaires français (FongiBase). Ensuite, pour chaque espèce, c'est à dire d'experts mycologues, sous la conduite de Pierre-Arthur Moreau, de confirmer la catégorie de menace attribuée par algorithme en fonction de leurs connaissances de la fonge et des critères énoncés. (3) En 2023, 619 statuts de protection de champignons ont été validés par l'UICN au niveau mondial. Pour les Ascomycètes et les Basidiomycètes, sont recensées, en Europe, 89 espèces vulnérables, 27 espèces en danger et 3 espèces en danger critique. (14) Il reste donc un travail colossal à effectuer pour inventorier et juger des menaces pesant sur la biodiversité fongique. Les Lactaires, les Tricholomes et les Bolets feront l'objet de la première publication liste rouge par l'UICN.

En France et souvent en Europe, les associations mycologiques œuvrent seules pour obtenir enfin une véritable protection règlementaire aux espèces fongiques.

Ainsi, le Conseil Européen pour la Conservation des Fungi, l'ECCF est une association de mycologues fondée en 1985 qui œuvre pour inventorier les espèces fongiques et sensibiliser, les institutions notamment, pour leur protection. En 2003, l'ECCF a proposé une liste de 33 macromycètes emblématiques de milieux menacés en vue d'une inclusion dans la convention de Berne ; proposition rejetée. (392)

La commission de l'environnement de la Société Mycologique de France a été créée en 2001 pour intégrer les champignons dans une démarche de gestion rationnelle des milieux. Elle porte le double rôle de centraliser les données et de les transmettre aux gestionnaires de la biodiversité. Le partenariat qu'elle entretient depuis 2007 avec le réseau mycologique de l'ONF (Office National des Forêts) est précieux. Par le biais d'inventaires, ils travaillent à l'amélioration des connaissances de la fonge et de ses relations avec l'environnement, l'incrémentation des listes rouges mais aussi l'élaboration de recommandations de gestions forestières. (252, 423)

L'ONF, dont la mission est la gestion durable des forêts françaises représentant 31% du territoire national, représente un acteur majeur de la stratégie de préservation de la fonge. La

cellule environnement de l'ONF intègre les mycètes dans sa gestion durable de la sylviculture. En effet, celle-ci impacte fortement la diversité fongique. Le choix des essences d'arbres implantés favorise le développement d'un type de cortège fongique. Introduire l'aulne glutineux *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., 1790 pour maintenir les bords de berge par exemple, enrichira le milieu de ses espèces électives que sont *Gyrodon lividus*, *Alnicola umbrina*, *Russula pumila*, *Lactarius lilacinus* et *Alpova alpestris*. (98, 212) En revanche, restreindre les espèces forestières à un bloc monospécifique modifie la diversité des ectomycorhiziens et des champignons saprotrophes et réduit quantitativement la biodiversité fongique. (452) Conscient que le maintien de la diversité fongique est primordial au fonctionnement des écosystèmes forestiers, l'ONF a adapté ses pratiques pour l'entretien des forêts. Ainsi, la conservation de bois morts de tout type (chandelles, chablis, souches et rémanents) permet l'accomplissement du cycle de dégradation grâce à la prolifération des champignons saprophytes. La diversification en âge des essences forestières enrichit la biodiversité fongique. En effet, une succession de cortèges fongiques différents accompagne les étapes de décomposition du bois. En phase primaire, interviennent les pourritures blanches, premiers décomposeurs du bois frais comme l'agent de pourriture de coeur *Fistula hepatica*. Ensuite se développent des décomposeurs secondaires, les pourritures brunes comme *Hypholoma fasciculare* et pour finir, les champignons des genres *Clitocybe* et *Collybia* dégradent la litière. (226) Dans cette optique, l'ONF place 2% de la surface forestière boisée en ilots de vieillissement et 1% en ilots de senescence permettant ainsi de dépasser le cycle sylvicole. (477)

Dans les réserves biologiques intégrales la sylviculture est abandonnée, laissant place au cycle sylvigénétique. Libérés de toute activité anthropique, ces milieux évoluent spontanément et accueillent une biodiversité riche et singulière. Ces sites constituent un réseau national représentatif des forêts françaises permettant le suivi scientifique des écosystèmes forestiers.



Figure 74 : Logotypes de quelques acteurs de la protection de la biodiversité

Les mesures précitées ne représentent qu'une partie des outils au service de la protection de la biodiversité. (Fig. 74) En 2018, la France métropolitaine compte 7 parcs nationaux, 50 parcs naturels régionaux, 151 réserves naturelles nationales, 169 réserves naturelles régionales, 10 réserves nationales de chasse et de faune sauvage, 235 réserves biologiques, 870 arrêtés de protection de biotope, 3 089 sites sous la protection des Conservatoires d'espaces naturels. (435) Il ne manque que l'intégration de la mycoflore !

c. Approche myco-écologique de la région Grand-Est

En Lorraine, les milieux sont riches et variés. Cela s'explique par la diversité géologique de la région qui comprend plusieurs types de roches mères permettant une grande diversité de sols. Dans le massif des Vosges dominant les sols acides car les roches sont granitiques et gréseuses alors que sur les côtes de Meuse et de Moselle les roches mères sont des roches sédimentaires de nature calcaire à argilo-calcaire. La Lorraine est la 2^{ème} région forestière de France avec un taux de boisement avoisinant les 35% et compte des forêts naturelles modifiées comme la forêt du Ventron. (2) Son sol est caractéristique des régions forestières ou fourragères avec un stock de carbone moyennement élevé. (236)

D'autre part, la région Grand-Est recèle d'une grande diversité géographique et climatique. Elle est composée de reliefs variés avec une succession de plaines et plateaux, et d'étages montagnards. Les différentes altitudes offrent des conditions climatiques diverses. La région bénéficie d'un climat continental à l'hiver rude et aux demi-saisons courtes. Les étés chauds ponctués d'orages caractéristiques du climat dit lorrain favorisent les poussées explosives de champignons au début du mois de septembre.

Notre région regroupe donc des conditions édaphiques et géographiques variées propices à une large biodiversité. C'est ainsi qu'en Lorraine on répertorie 53 types d'habitats. L'inventaire ZNIEFF identifie 491 habitats déterminants, majoritairement situés dans les secteurs montagneux des Vosges, Ardennes et Jura, et les zones naturelles humides comme la Woëvre et l'arc de la Champagne humide. (Fig. 75) Comme sur l'ensemble du territoire, le travail d'inventaire est à poursuivre dans le Grand Est. En effet, selon l'OGEB « les champignons aujourd'hui estimés à un quart de la biodiversité spécifique du Grand Est, font l'objet de moins de 1% du contenu des bases de données. »

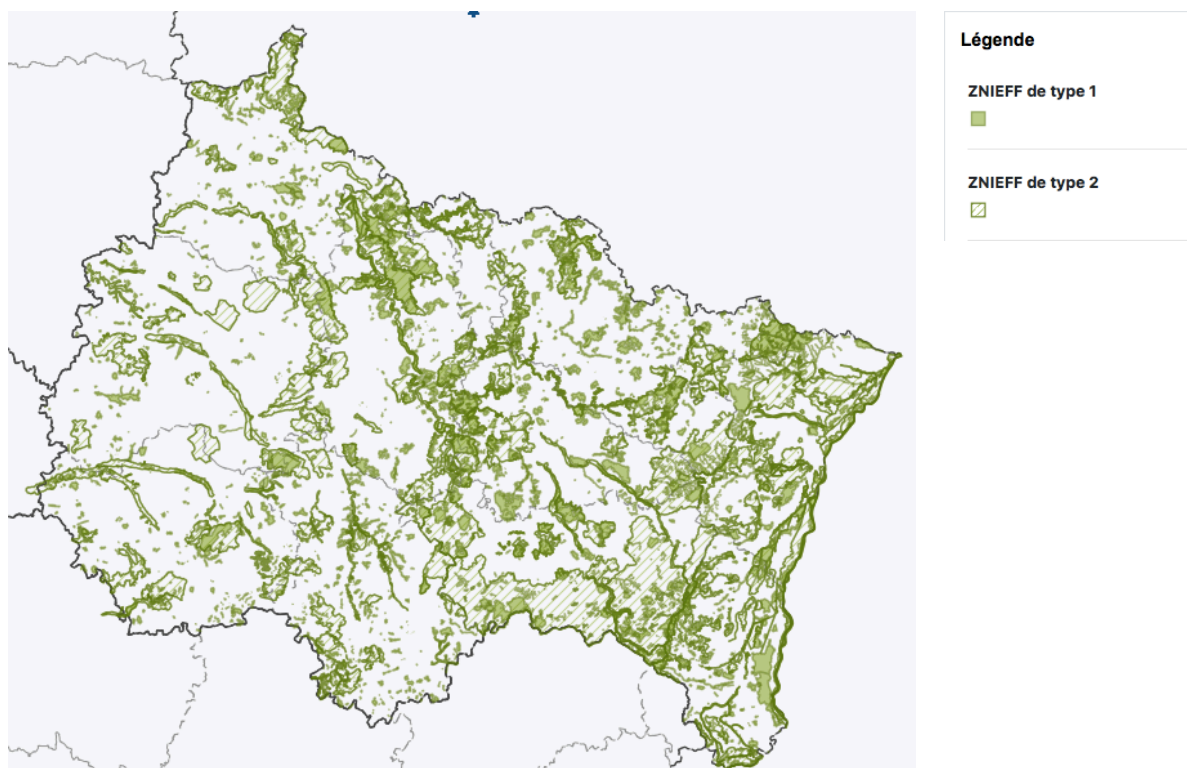


Figure 75 : ZNIEFF de type I et II dans la région Grand Est (11)

Un des enjeux particulier de la Lorraine est la requalification des sols industriels c'est-à-dire la gestion des sites et des sols dégradés par l'abandon des activités industrielles. Ces friches

industrielles sont des reculs de pollution d'abord causés par la cessation des industries textiles et minières puis de la sidérurgie et du charbon. (2)

Comme c'est le cas pour de nombreux territoires, les menaces sur la biodiversité ont été identifiées en Lorraine tant pour les milieux que pour les espèces y vivant. On note un appauvrissement général de la faune et de la flore, une régression des pelouses calcaires et des zones humides menacées. Néanmoins, la région est déjà engagée pour la protection de ses milieux et de ses espèces. En 2019, 1,3% du territoire du Grand Est est protégé. (437) C'est ainsi que 72 sites lorrains sont sous la gestion des contrats Natura 2000. La Lorraine compte 7 réserves naturelles, 2 zones relevant de la convention de Ramsar et 4 réserves naturelles régionales conférant à toutes ces stations une protection règlementaire. La région Grand Est est dotée de 15 réserves biologiques intégrales dont la répartition est présentée ci-dessous. (Fig. 76) (175) La plus grande réserve intégrale forestière de France métropolitaine se situe au sein de la forêt domaniale d'Arc-Châteauvillain en Haute-Marne, dans le cœur du Parc National de Forêts (2019). Inaugurée en 2021, cette réserve rejoindra le réseau d'observation de la dynamique naturelle des écosystèmes forestiers. (403)

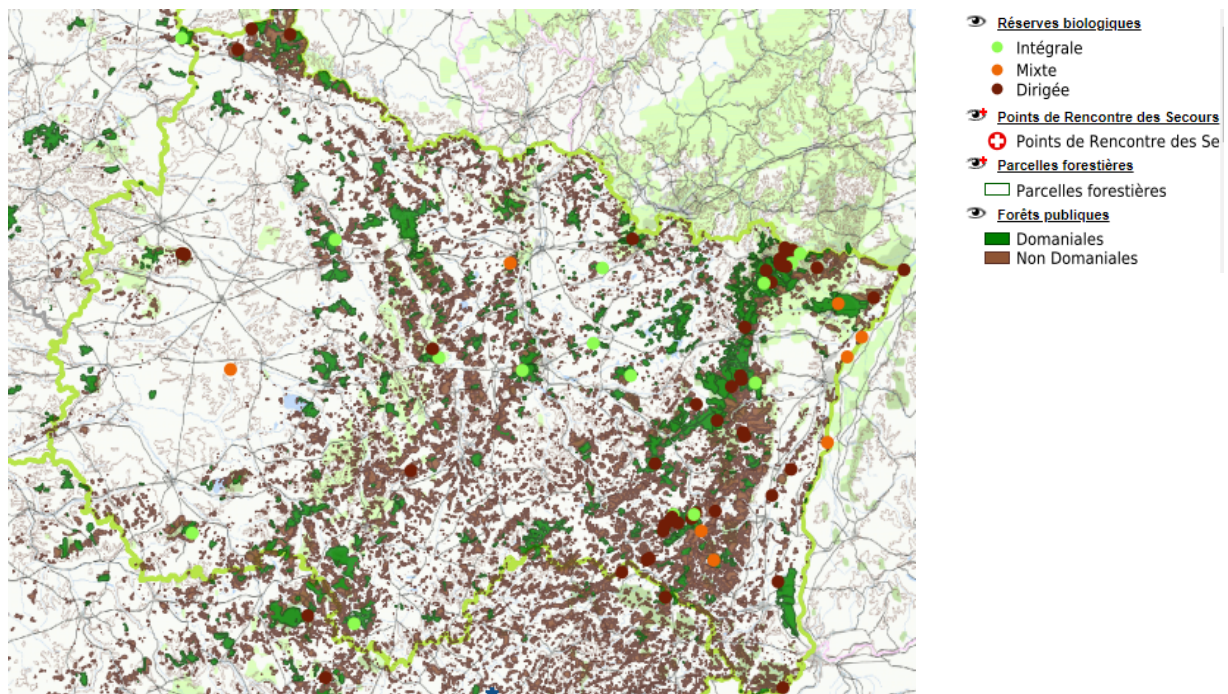


Figure 76 : Réserves biologiques de la région Grand Est (398)

Hormis une gestion des forêts respectueuse de la biodiversité, 3 grands milieux sont à préserver pour la biodiversité fongique. Il s'agit des pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaire, des tourbières acides à sphaignes et des hêtraies.

Concernant ces dernières, le Grand Est abrite au sein du massif du Grand Ventron une des plus vieilles forêts de France gérée par le Parc naturel régional des Ballons des Vosges. Ces forêts anciennes, retrouvant peu à peu le développement biologique d'une forêt primaire, apportent la preuve de la résilience des écosystèmes forestiers notamment grâce aux indicateurs obtenus par analyse de l'ADN environnemental. (125) Ces forêts recèlent une biodiversité riche, c'est pourquoi sont recensés au Ventron 121 espèces faunistiques et floristiques protégées dans 28 types d'habitats dont 6 d'intérêt prioritaire : les tourbières hautes actives, les tourbières boisées, les érablaies de ravins et d'éboulis, les aulnaies ripicoles et les prairies à nard. En 2021, 400 hectares de la hêtraie-sapinière du Ventron ont été classés au Patrimoine Mondial de l'UNESCO.

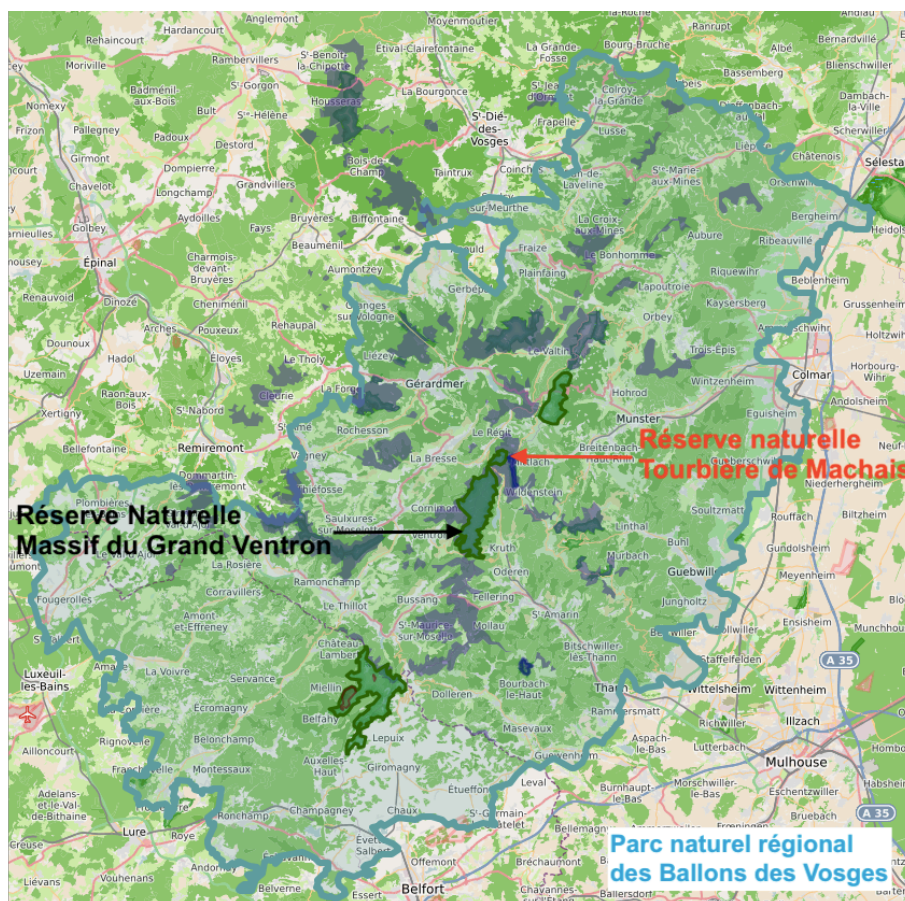


Figure 77 : Carte des Réserves Naturelles du Parc naturel régional des Ballons des Vosges (173)

Le Parc naturel régional des Ballons des Vosges gère également la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais. (Fig. 77) Ce site compte 25 hectares de tourbières abritant 13 habitats tourbeux différents constituant l'un des plus remarquables ensembles de tourbières de France. Ces tourbières à sphaignes sont caractérisées par un milieu humide, des

précipitations importantes créant un sol saturé en eau, par ailleurs acide et pauvre en nutriments du fait d'un substrat granitique avec des températures basses, annuellement inférieures à 5°C, et un relief de buttes et replats capable de retenir les eaux. Ces conditions géo-climatiques, édaphiques et hydrologiques tout à fait singulières créent un microclimat propice à l'établissement de biocénoses spécialisées et uniques. (173)

La Réserve Naturelle de Machais conserve la dernière tourbière flottante dite lacustre intacte du massif Vosgien au milieu d'un lac relictuel d'origine glaciaire constituant un site privilégié d'études et de recherches sphanologiques fonctionnelles. (171)

Constituant la flore typique des tourbières, les espèces du genre *Drosera* et la Canneberge *Oxycoccus vulgaris* sont des espèces menacées et protégées au regard de leur taux de raréfaction avoisinant les 50% au cours des 50 dernières années. C'est leur seule capacité d'adaptation insectivore qui permet aux *Drosera* la colonisation des milieux tourbeux, au contraire de la Canneberge qui la doit à son indispensable symbiose éricoïde avec des Gloméromycètes. (172)

Parmi le cortège d'espèces remarquables, voici 3 espèces fongiques emblématiques et déterminantes, strictement inféodées aux tourbières. (19)



Figure 78 : *Desarmillaria ectypa* (Fries) R.A. Koch & Aime (2017) (221)

Desarmillaria ectypa, espèce rare, espèce déterminante de niveau 1 (Fig. 78)



Figure 79 : *Entoloma elodes* (Fries) P. Kummer (1871) – Tourbière de Machais, 2003 J-P Maurice (228)

Entoloma elodes (Fig. 79)



Figure 80 : *Arrhenia gerardiana* (Peck) Elborne 2008 – Claude Page

Arrhenia gerardiana, anciennement *Omphalina sphagnicola* (Fig. 80)

Au total, 38% des champignons inventoriés dans la Réserve Naturelle Nationale de Machais sont des espèces menacées en Europe occidentale. (87)

La conservation des tourbières est primordiale, non seulement pour l'intérêt patrimonial qu'elles représentent par la richesse de la biodiversité présente, mais également pour leur valeur écologique fonctionnelle. (151) En effet, elles jouent un rôle essentiel dans le cycle de

l'eau via l'épuration des eaux et la régulation des débits d'eaux superficielles et souterraines. Les tourbières sont des milieux fragiles notamment en raison de leur prédisposition naturelle à la minéralisation et à leur comblement mais aussi du fait de la dynamique d'évolution de la végétation vers le boisement. Ce sont principalement sur ces 2 axes qu'est établi le plan de gestion de la Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais afin de maintenir le plus longtemps possible la fonctionnalité du complexe tourbeux limnogène et ainsi de préserver la faune, la flore et la fonge emblématiques. Notons que le plan de gestion 2022-2032 prévoit l'inventaire des espèces fongiques de la Réserve. (171)

Concrètement, les protocoles de conservation des tourbières sont adaptés au site considéré nécessitant une réhabilitation ou dans le cas de la Tourbière de Machais, une gestion douce de son évolution naturelle. A titre d'exemples, la tourbière des Écharges en forêt de Cornimont a bénéficié en 2021 d'une restauration visant à réouvrir ce milieu par l'annélation, la coupe de bois et l'extraction des semis. (403) La réhabilitation de la tourbière de Pourri-Faing a nécessité la coupe des épicéas qui y avaient été introduits et la mise en place d'un barrage pour limiter la fluctuation de la nappe d'eau.

Les pelouses, quant à elles, sont gérées par le Conservatoire d'Espaces Naturels, le CEN, qui a sous sa responsabilité 55 pelouses calcicoles en Lorraine. Ce sont des espaces naturels sensibles, d'une valeur patrimoniale reconnue en raison de la flore présente, particulièrement les orchidées. Les pelouses calcicoles lorraines abritent une quarantaine d'espèces variées d'orchidées sauvages. (407) Faisant la réputation des pelouses calcicoles, ce ne sont pourtant pas les seules espèces remarquables de ces milieux. (130)



Figure 81 : *Entoloma incanum* - Patrice Tanchaud, 2015

Espèce emblématique des pelouses calcicoles, l'*Entoloma incanum* (Fries) Hesler (1967), est une espèce inféodée à un habitat *Xerobromion* et *Mesobromion*. (Fig. 81)

Sa répartition dans des milieux menacés lui confère une forte valeur patrimoniale. C'est une espèce déterminante de niveau 3. (229)

Les pelouses sont des milieux semi-naturels d'origine anthropique, originellement façonnés par le pâturage des ovins. En l'absence d'une gestion appropriée ces habitats ouverts, ayant vocation forestière, verraient se développer des formations arbustives puis boisées. La gestion d'une pelouse est propre à chaque site et doit être envisagée au regard des espèces faunistiques et floristiques présentes. Leur conservation repose d'une manière générale sur la limitation des intrants chimiques (engrais N, P, K) et l'exportation des rémanents afin de ne pas dénaturer les paramètres édaphiques de ce sol maigre. Les recommandations sont en faveur d'une gestion douce par pâturage extensif des ovins ou par fauchage tardif. (428)

Conclusion

L'autécologie est d'un intérêt primordial pour la définition d'un taxon. En effet, elle a une valeur de description et de classification. Souvent sous-estimés, les paramètres écologiques manquent encore trop souvent à la description des taxons. (427)

La myco-écologie a révélé que la fonge est un acteur majeur du fonctionnement des écosystèmes. Elle devrait donc être une priorité des gestionnaires des milieux naturels et bénéficier, au même titre que la faune et la flore, d'une protection de ses espèces. Pourtant, à l'heure actuelle, la protection des champignons est éludée. Les champignons sont les grands oubliés des mesures internationales protectionnistes de la biodiversité. (Fig. 82)

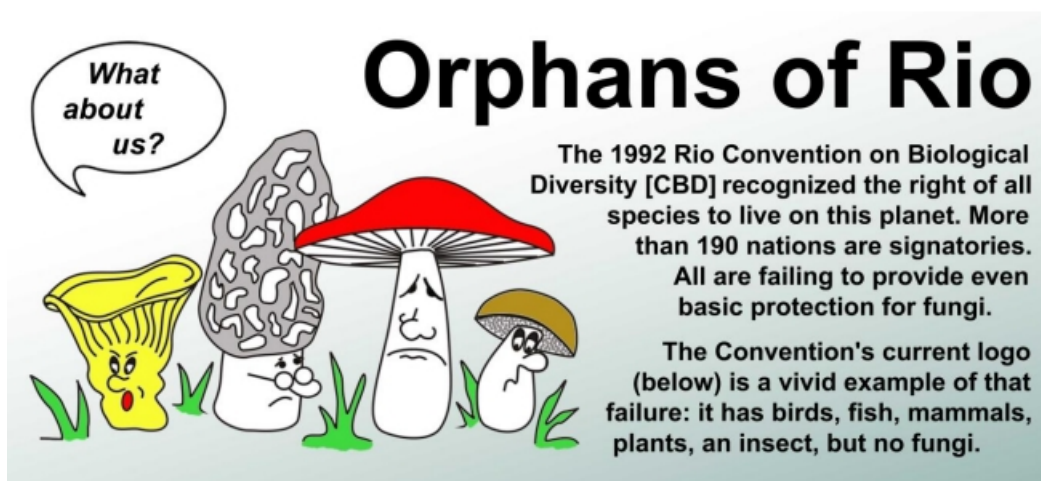


Figure 82 : Orphans of Rio – International Society for Fungal Conservation

Malgré ce constat, les champignons peuvent compter sur les associations de mycologues comme l'association « International Society for Fungal Conservation » de niveau internationale, l'association « European Council for the Conservation of Fungi » à l'échelle européenne ou encore l'association nationale « Société Mycologique de France ». Elles visent notamment à améliorer les connaissances du règne fongique ainsi que son rôle au sein des biotopes et à reléguer ces informations aux instances en charge de la protection des milieux.

Les mycologues espèrent voir le règne fongique intégrer les politiques de conservation ; pourquoi pas lors d'une prochaine réunion du Comité permanent de la convention de Berne ?

Dans l'attente d'un cadre réglementaire, les mycologues continuent à répertorier les espèces fongiques menacées, en catégorisant cette menace afin d'incrémenter les listes rouges régionales mais aussi élaborer la liste rouge nationale. Les quelques 600 espèces déjà évaluées dans la liste rouge mondiale de l'UICN représentent moins de 1% des espèces fongiques

connues. En effet, les champignons restent les organismes les moins étudiés et un travail considérable est à accomplir pour étoffer les connaissances de la mycoflore et son impact dans les écosystèmes. (216)

Dans cette optique, une poursuite et une extension des inventaires sont encouragées. L'arrêté du 14 juin 2021 constitue le premier texte de loi intégrant les champignons dans une démarche de gestion conservatoire de la biodiversité. Le décret n°2021-762 prévoit en effet un développement des connaissances sur la flore, la fonge et les habitats via la mise en œuvre d'inventaires mais aussi la diffusion et la valorisation des données obtenues à l'intention des gestionnaires d'espaces en vue de l'établissement des plans d'action pour la préservation de la biodiversité végétale et fongique. (34) Ainsi, le Conservatoire Botanique a dorénavant l'obligation d'inclure la mycoflore lors de ses inventaires. Cependant, seuls 2 Conservatoires (le Conservatoire Botanique National de Corse et le Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées) comptent parmi leurs membres des mycologues experts. Les inventaires nécessitant des connaissances en botanique, en phytosociologie et en mycologie, il est important de promouvoir les collaborations multidisciplinaires. (444)

Parmi les nombreuses menaces pesant sur les espèces fongiques, celle qui préoccupe actuellement les chercheurs est le changement climatique. Les conséquences du réchauffement climatique sont déjà tangibles. En effet, une migration des espèces végétales vers des altitudes plus élevées s'est déjà opérée et la croissance des arbres est majorée en raison d'une augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique, donc disponible pour la photosynthèse. (372) Le réchauffement climatique va donc modifier la biogéographie des essences sylvicoles et avec elles celle des cortèges fongiques associés. Par exemple l'*Amanita caesarea*, espèce habituelle du Sud de la France, est récoltée plus fréquemment dans les régions du Centre voire du Nord de la France. (337) Selon les modélisations réalisées par l'INRAE, les populations de hêtre, pin sylvestre et chêne vont se réduire. Il est à prévoir que des espèces fongiques vont disparaître et d'autres se multiplier, modifiant de ce fait les écosystèmes actuels. Les champignons mycorhiziens seraient plus touchés que les saprophytes par le réchauffement climatique du fait de la modification des paramètres édaphiques. On assisterait également à une variation des cortèges mycorhiziens au profit des populations endomycorhiziennes. Ce serai 10% des champignons ectomycorhiziens qui auraient disparu en 2070 et avec eux leurs essences hôtes entraînant une régression des forêts tempérées, fraîches et boréales. L'eutrophisation des sols et la transformation de l'humus vers un type Mull seraient en partie responsable de cette diminution de diversité des champignons

ectomycorhiziens. La sécheresse impacte déjà négativement la santé des forêts et selon les prévisions climatiques celle-ci va s'aggraver dans les années à venir. (222)

Le défi, au vu des bouleversements à venir, est de savoir comment adapter la sylviculture. Une sélection des espèces plus résistantes à la chaleur s'opère déjà. On favorisera ainsi par exemple le chêne sessile au chêne pédonculé. (239) Une réponse pourrait être apportée par les mycorhizes. En effet, la mycorhization contrôlée et son application en mycosylviculture permettent de mettre à profit les échanges nutritionnels entre le champignon et l'essence hôte lui conférant de nombreux avantages. (13) Bien connue des pépiniéristes, cette technique consiste à inoculer des souches sélectionnées de champignons dans les semis. Ainsi la mycorhization contrôlée permet un meilleur taux de reprise, une croissance plus rapide, une capacité d'adaptation à des sols pauvres en nutriments et une meilleure résistance face à la sécheresse et aux pathogènes. (275) La mycosylviculture a déjà apporté les preuves d'une optimisation des ressources naturelles et d'une meilleure résilience aux changements climatiques. Cette méthode est en plein essor avec notamment l'introduction des bactéries auxiliaires dans le sol de pépinière forestière pour optimiser les interactions au sein de la rhizosphère. Il semble donc évident que les micro-organismes de la rhizosphère jouent un rôle majeur dans l'adaptabilité de nos milieux, c'est pourquoi il est primordial de continuer à étudier les mécanismes d'adaptation des arbres et du cortège microbien aux changements environnementaux. (105, 149)

CONCLUSION

La mycologie est un vaste domaine d'étude. Au fil des ans, les mycologues ont contribué à améliorer nos connaissances de la fonge, pourtant nous sommes encore loin de tout connaître du règne fongique. Peu considérés par les scientifiques, les champignons n'ont bénéficié d'une étude mycologique qu'à la fin du XVIIIème siècle et ce n'est qu'au XIXème siècle que la mycologie a connu un réel essor.

Toute science du vivant a pour objectif de définir et de classer ses espèces. En mycologie la tâche est complexe notamment en raison de la quantité et de la diversité des espèces fongiques. Poursuivant le travail des grands systématiciens tels que Elias Fries ou René Maire, les mycologues contemporains, aidés par les progrès des méthodes scientifiques, œuvrent pour établir une systématique. Pour délimiter des taxons, l'approche actuelle est intégrative, combinant les données morphologiques, écologiques et génétiques. En effet, bien que le séquençage et l'analyse comparative des génomes des espèces aient révolutionné la phylogénèse, l'étude morphologique est primordiale. Les recherches en laboratoire et sur le terrain sont complémentaires. Pour améliorer la connaissance de la mycoflore, la biologie fonctionnelle des espèces fongiques et leurs rôles dans les écosystèmes, les travaux d'inventaire et de séquençage se poursuivent.

Néanmoins, le caractère indispensable des champignons saprophytes, parasites comme mycorhiziens pour la santé des biotopes est déjà prouvé. La priorité semble maintenant d'élucider le fonctionnement de leurs interactions avec l'écosystème. Les chercheurs étudient notamment avec attention l'évolution des populations et communautés de micro-organismes associés aux arbres. (239) Pour cela, l'analyse de l'ADN environnemental améliore le suivi et l'évolution de la distribution des espèces. (216) De plus, le séquençage des génomes des espèces mycorhiziennes de biotopes très divers, pourrait révéler certains gènes spécifiques impliqués dans l'adaptation à ces milieux. (272) Ainsi, les champignons pourraient constituer une réponse pour faire face aux changements environnementaux et notamment au réchauffement climatique qui s'annonce. (278)

Au vu de son rôle majeur et des menaces auxquelles elle est confrontée, la mycoflore nécessite une protection de ses espèces ; protection qui jusqu'à présent lui fait défaut.

BIBLIOGRAPHIE

1. Mycologie. In: Le dictionnaire de l'Académie nationale de Pharmacie [Internet]. 2016. Disponible sur: <https://dictionnaire.acadpharm.org/w/Mycologie>
2. Le profil Lorraine [Internet]. DREAL Grand Est; 2016. Disponible sur: <https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/le-profil-lorraine-r4758.html>
3. Liste rouge des champignons menacés en France métropolitaine - méthodologie [Internet]. SMF; 2015. Disponible sur: <http://www.mycofrance.fr/wp-content/uploads/2021/07/methodo.pdf>
4. Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages [Internet]. 2013. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A31992L0043>
5. Ethymologia: Aspergillus. mars 2006;12(3).
6. Historical Survey of Mycology. Nature. 1 juin 1939;143(3632):992-3.
7. Carl von Linné. Nature. 1 nov 1923;112(2820):715-6.
8. [Obituaries]. Nature [Internet]. 1920;105(76). Disponible sur: <https://www-nature-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/articles/105076b0>
9. Elias Magnus Fries. Nature. 1 févr 1878;17(435):343-343.
10. [Arbolayre:] Le grant herbier en François [Internet]. Le Caron, Pierre. Paris; 1498. Disponible sur: <https://archive.org/details/FOLS104INV154RES/mode/1up>
11. ZNIEFF 1 et 2 Grand Est [Internet]. Disponible sur: <https://carto2.geo-ide.din.developpement-durable.gouv.fr/frontoffice/?map=03ba65a0-71f4-4e17-996c-faa723abe733#>
12. Un mycologue: Georges Becker [Internet]. Société Mycologique de La Roche sur Yon. Disponible sur: http://www.smry.fr/Bulletin/N_3/Georges%20Becker.pdf
13. TOUT SAVOIR SUR LA MYCORHIZATION CONTRÔLÉE [Internet]. Disponible sur: <https://www.robinpepinieres.com/fr/page/43-comprendre-la-mycorhization-controlee#:~:text=La%20mycorhization%20consiste%20C3%A0%20faire,la%20plante%20et%20les%20champignons.>
14. The Global Fungal Red List Initiative [Internet]. IUCN; Disponible sur: http://iucn.ekoo.se/iucn/species_list/
15. The fungus lore of the Greeks and Romans.
16. Rolf Singer (1906-1994) [Internet]. Field Museum. Disponible sur: <https://www.fieldmuseum.org/rolf-singer-1906-1994>
17. Robert Hooke. In: LAROUSSE [Internet]. Disponible sur: https://www.larousse.fr/encyclopedie/personnage/Robert_Hooke/111544
18. Robert Hooke. In: WIKIPEDIA [Internet]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/Robert_Hooke
19. Rapport d'activités 2021 [Internet]. Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais; Disponible sur: https://www.ballonsdesvosges-reservesnaturelles.fr/tourbiere-machais/ressources/#cat_3_1
20. Protologue définitions. In: ENCYCLOPEDIAFR [Internet]. Disponible sur: <https://www.encyclopedie.fr/definition/Protologue>
21. PERSONIA. PERSONIA: Molecular phylogeny and Evolution of Fungi [Internet]. Disponible sur: <https://www.persoonia.org>
22. Noua plantarum genera (1729). In: HARVARD UNIVERSITY [Internet]. Disponible sur: <https://huh.harvard.edu/book/noua-plantarum-genera-1729>
23. Monographia tubercularum.
24. Micrographia (1665). Disponible sur: <https://huh.harvard.edu/book/micrographia-1665>
25. Liste rouge des champignons menacés en France métropolitaine [Internet]. MYCOFRANCE. Disponible sur: <http://www.mycofrance.fr/projets/liste-rouge/>
26. La convention sur les zones humides et sa mission [Internet]. Disponible sur: <https://www.ramsar.org/fr/a-propos/la-convention-sur-les-zones-humides-et-sa-mission>

27. L'inventaire ZNIEFF [Internet]. Inventaire National du Patrimoine Naturel. Disponible sur: <https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-znieff/presentation>
28. Informazioni biografiche [Internet]. Associazione Micologica Bresadola Gruppo di Vigevano. Disponible sur: http://volontariatovigevano.altervista.org/blog/associazioni/name/associazione-micologica-bresadola/?doing_wp_cron=1668473646.4480550289154052734375
29. History of mycological illustration. HARVARD UNIVERSITY [Internet]. Disponible sur: <https://huh.harvard.edu/book/history-mycological-illustration>
30. Historique SMF [Internet]. MYCOFRANCE. Disponible sur: <http://www.mycofrance.fr/smf/historique/#:~:text=La%20Société%20mycologique%20de%20France,Narcisse%20PATOULLARD%20ainsi%20que%20Mhttp://cths.fr/an/societe.php?id=1894>
31. Histoire de la Truffe [Internet]. Comptoir des Truffes. Disponible sur: <https://www.comptoirdestruffes.fr/content/9-histoire-de-la-truffe>
32. Etudes des hyphes ascogènes. In. Disponible sur: http://www.ascofrance.com/uploads/forum_file/9984.pdf
33. Échelle des temps géologiques et histoire de la Vie [Internet]. EDUMEDIA; Disponible sur: <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/909-echelle-des-temps-geologiques-et-histoire-de-la-vie?auth=7bd7e93fca89baade826631561d53bc3-10238>
34. Décret n° 2021-762 du 14 juin 2021 relatif aux conservatoires botaniques nationaux [Internet]. Code de l'environnement. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043664706>
35. *Cyathicula cyathoidea* (Bull.) Thüm. [Internet]. MycoDB. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Cyathicula&espece=cyathoidea>
36. Cellule [Internet]. ABBAYE SAINT PIERRE SOLESMES. Disponible sur: <https://www.abbayedesolesmes.fr/definition/cellule>
37. carte d'occurrence *Mitruha paludosa* [Internet]. Disponible sur: <https://fongibase.fongifrance.fr/recherchecarto/>
38. Botaniste d'Alsace - D e Bary. [Internet]. Société Botanique d'Alsace. Disponible sur: <https://www.societe-botanique-alsace.org/botanistes-dalsace/de-bary/>
39. *Amanita Phalloides*☐: the death cap mushroom. HARVARD UNIVERSITY. Disponible sur: <https://huh.harvard.edu/book/amanita-phalloides-death-cap-mushroom>
40. *Amanita caesarea* (Scop.) Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 2: 252 (1801). In: INDEX FUNGORUM [Internet]. Disponible sur: <http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=208468>
41. *Amanita caesarea* (Scop.) Pers., 1801. In: Global Biodiversity Information Facility [Internet]. Disponible sur: <https://www.gbif.org/fr/species/165551749>
42. Adriaan de Jonghe. In. Disponible sur: <https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/54806>
43. Yuanning L, Steenwyk JL, Chang Y, WANG Y, JAMES TY, STAJICH J, et al. A genome-scale phylogeny of Fungi; insights into early evolution, radiations, and the relationship between taxonomy and phylogeny. *Current Biology*. août 2020;
44. WUILBAUT JJ. Pier Antonio Micheli [Internet]. Cercle de Mycologie de Mons. Disponible sur: <https://www.mycomons.be/index.php?task=mycologue&mycologue=14>
45. WOESE C, OLSEN G, IBBA M, SÖLL D. Aminoacyl-tRNA synthetases, the genetic code, and the evolutionary process. *Microbiol Mol Biol Rev*. mars 2000;64(1):202-36.
46. WOESE CR, KANDLER O, WHEELIS ML. A natural classification. *NATURE* [Internet]. juin 1991;351. Disponible sur: <https://www-nature-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/articles/351528c0.pdf>
47. WEINMANN JW. N°522 - Illustration - Volume 2 Phytanthoza iconographia, Weinmann [Internet]. 1739. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/10358#page/8/mode/1up>
48. WEINMANN JW. Phytanthoza iconographia [Internet]. Vol. 4. 1737. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/10357#page/276/mode/thumb>
49. Volbracht C. VAILLANT, Sébastien [Internet]. MykoLibri - Bibliothèque Christian Volbracht. Disponible sur: <https://www.mykolibri.de/bibliothek/index.php?f=b&b=33408#>
50. Volbracht C. BOLTON, James [Internet]. MykoLibri - Bibliothèque Christian Volbracht. Disponible sur:

<https://www.mykolibri.de/bibliothek/index.php?f=b&b=32956>

51. VOIRY H. *Cenococcum geophilum*: un champignon méconnu et pourtant omniprésent. *Rendez-vous techniques*. sept 2005;(9):34-7.
52. VOIRY H, ROSE O, GOSSELIN F. Le protocole mycologique du programme GNB: cadre méthodologique et retour d'expérience [Internet]. ONF; 2015 p. 23-33. (Rendez-vous Techniques de l'ONF). Report No.: 48-49. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01281091/document>
53. VIVANT J. *Les Deuteromycètes*. SOMYLA. 1998;(20):9-24.
54. VITTADINI C. *Monographia tuberpearum* [Internet]. Ex *Typographia F. Rusconi*; 1831. 115 p. Disponible sur: <https://archive.org/details/monographiatube00vittgoog/page/n4/mode/2up>
55. VITTADINI C. *Elaphomyces variegatus* Vittad. - Tab. IV - Figure 4 - *Monographoa tuberpearum* - p.116 [Internet]. 1831. Disponible sur: <https://archive.org/details/monographiatube00vittgoog/page/n4/mode/2up>
56. VITTADINI C. *Elaphomyces aculeatus* Vittad. - Tab. III - Fig. XIII - *Monographia tuberpearum* - p 112 [Internet]. 1831. Disponible sur: <https://archive.org/details/monographiatube00vittgoog/page/n4/mode/2up>
57. VINCENOT L. De l'individu à l'espèce: structure génétique multi-échelles des populations du basidiomycète ectomycorhizien *Laccaria amethystina* [Internet]. Université de Montpellier II; 2009. Disponible sur: https://isyeb.mnhn.fr/sites/isyeb/files/documents/these_lucie_vincenot.pdf
58. Viennot-Bourgin G. André Maublanc (1880–1958). *Bulletin de la Société Botanique de France*. 105(Sup. 1):pp.86-89.
59. VEULLIOT C. Changements apportés par M. Quélet à la classification des Champignons. *Bulletin mensuel - Société botanique de Lyon*. 1886;4(4):p.p. 104-106.
60. Veneault-Fourrey C, PLETT J, MARTIN F. Molecular Microbial Ecology of the Zhizosphere. In: *Who is Controlling whom within the Ectomycorrhizal Symbiosis: Insights from Genomic and Functional Analyses*. F.J de Bruijn. Wiley-Blackwell. 2013. p. 501-12.
61. VAYSSIERES A. Contrôle de l'auxine dans les modifications du développement racinaire du peuplier en réponse au champignon ectomycorhizien *Laccaria bicolor* [Internet]. Université de Lorraine; 2014. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01750675v1/document>
62. VARNEY E, ARNAL G. Inventaires des champignons de la commune de bois d'Arcy (Yvelines) 2009 - 2017. ANY - Association des Naturalistes des Yvelines;
63. VAN VOOREN N. Denise Dailly-Lamoure (1928 -2012). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*. 2013;82(3-4):p.p. 95-96.
64. VAN VOOREN N. Révision nomenclaturale des noms d'ascomycètes publiés par Émile Boudier. 1re partie: 1869 à 1904. *Ascomycete.org*. déc 2011;3(4):75-80.
65. VAN VOOREN N. Une brève histoire de la mycologie lyonnaise à travers ses figures linnéennes les plus emblématiques. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*. 2009;Hors série n°1:p.p.68-76.
66. VAN STERBEECK. *Theatrum fungorum oft het Tonneel der Campernoelien* [Internet]. 1675. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=ICUOAAAQAAJ&pg=PR2&lpg=PR2&dq=Theatrum+fungorum+o+f+t+het+tonneel+der+campernoelien&source=bl&ots=USuWZGxu95&sig=B3mJGELYgKkN9CXLieu5cdLt8fA&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewj-iM2M_trJAhVG2BoKHQfrAIwQ6AEIJAA#v=onepage&q=Theatrum%20fungorum%20o%20f%20t%20het%20tonneel%20der%20campernoelien&f=false
67. VAILLANT S. *Table XIV Botanicon Parisiense* [Internet]. 1727. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9613290k/f9.planchecontact>
68. VAILLANT S. *Botanicon Parisiense ou dénombrement par ordre alphabétique des plantes qui se trouvent aux environs de Paris* [Internet]. 1727. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9613290k/f9.item>
69. VAILLANT S. *Discours sur la structure des fleurs: leurs différences et l'usage de leurs parties* [Internet]. 1717 juin; Jardin Royal de Paris. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97993t/f4.image>
70. VAILLANT S. *Description de FUNGUS PHALLOIDES 2 - Botanicon Parisiense p.75* [Internet]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9613290k/f138.item.r=phalloide.zoom>
71. TULASNE LR, TULASNE C. *Selecta fungorum carpologia: ea documenta et icones potissimum exhibens ...* [Internet]. Vol. 2. Parisiis, Imperatoris Jussu, In Imperiali Typographico Excudebatur, 1861-1865; 1863. 376 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/107088#page/3/mode/1up>

72. TULASNE LR, TULASNE C. 1-6□: Melanconis modonia Tul, 7-15□: M. umbonata Tul - Selecta fungorum carpologia - Tab. XV [Internet]. 1863. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/107088#page/357/mode/1up>
73. TULASNE LR, TULASNE C. Selecta fungorum carpologia□:ea documenta et icones potissimum exhibens ... [Internet]. Vol. 1. Parisiis, Imperatoris Jussu, In Imperiali Typographico Excudebatur, 1861-1865; 1861. 277 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/107287>
74. TULASNE LR, TULASNE C. Fungi hypogaei□: histoire et monographie des champignons hypogés [Internet]. F. Klincksieck (Parisiis); 1851. 259 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k979109/f82.item>
75. TULASNE LR. Mémoire pour servir à l'histoire organographique et physiologique des lichens. Annales des Sciences Naturelles [Internet]. 1852;3(XVII). Disponible sur: https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=lwUmAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=hedwig+thèque&ots=c2_qzvLTu0&sig=8ZoJxkcaTHycFLmTRQ21WO7MQY8&redir_esc=y#v=onepage&q=hedwig%20thèque&f=false
76. TRATTINNICK L. Fungi austriaci delectu singulari iconibus XL observationibusque [Internet]. Wien, C. Gerold, 1830; 1830. 264 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/21750#page/7/mode/1up>
77. TRATTINNICK L. Die essbaren schwämme des Oesterreichischen Kaiserstaates [Internet]. Wien, Geistinger, 1809; 1809. 362 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/24309>
78. TRARIEUX J. Les champignons et leurs empires. [Internet]. Paris: ARTRA; 1986. 296 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k33842169/f1.item>
79. THOEN D. Usages et légendes liés aux Polypores - notes d'ethnomycologie. SMF. 98(3):289-318.
80. THIVEL A. Hippocrate et la théorie des humeurs. Noesis [Internet]. mars 1997;1. Disponible sur: <https://journals.openedition.org/noesis/1419>
81. TEDERSOO L, NILSSON RH. CHAPTER 17 Molecular identification of fungi. 2016.
82. TEDERSOO L, BAHRAM M, ZOBEL M. Comment les associations mycorhiziennes orientent les populations végétales et la biologie des communautés□? Science [Internet]. (367). Disponible sur: <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2020/04/FRB-avril-2020-mycorhizes.pdf>
83. TASSY P. Analyse cladistique. In: e-systematica [Internet]. 2017. Disponible sur: <https://e-systematica.org/2017/03/01/analyse-cladistique-tassy/>
84. TANETTA J, KAUFF F, SCHOCH CL, MATHENY P, HOFSTETTER V, COX CJ, et al. Reconstructing the early evolution of the fungi using a six gene phylogeny. NATURE. 2006;443(7113):818-22.
85. TANCHAUD P. Collybia cookei (Bres.) J.D. Arnold [Internet]. MycoCharentes. 2017. Disponible sur: <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/751.pdf>
86. TANCHAUD P. Imleria badia (Fries) Vizzini.
87. Syndicat Mixte du PNR des Ballons des Vosges. Tourbière de Machais [Internet]. Réserves Naturelles de France. Disponible sur: <https://www.reserves-naturelles.org/tourbiere-de-machais>
88. SUGNY D. Etude des champignons de la Réserve Naturelle du Sabot de Frotey-lès-Vesoul (Haute-Saône) [Internet]. Société Mycologique du Pays de Montbéliard; 2010 déc. Disponible sur: http://mycofme.free.fr/publications/reserve_naturelle_sabot_de_frotey.pdf
89. SUGNY D. Sortie du 25/09/2010 dans la R.N. du Sabit de Frotey-les-Vesoul (70) [Internet]. (70): Société Mycologique des Hautes Vosges; 2010. (Collines calcaires). Disponible sur: <https://www.smhv.net/collines-calcaires>
90. STAJICH J. Fungal Genomes and Insights into the Evolution of the Kingdom. Microbiol Spectrum. 2017;5(4):1-15.
91. SOWERBY J. Coloured figures of English fungi or mushrooms [Internet]. Vol. 3. 1803. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=TRUWAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
92. SOWERBY J. Coloured figures of English fungi or mushrooms [Internet]. Vol. 2. 1799. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=mikWAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
93. SOWERBY J. Coloured figures of English fungi or mushrooms [Internet]. Vol. 1. London, Printed by J. Davis; 1797. 1124 p. Disponible sur: <https://archive.org/details/colouredfigureso00sowe/page/n7/mode/2up>

94. SOSEF MSM, DEGREEF J, ENGLEADOW H, MEERTS P. Classification botanique et nomenclature - une introduction. (Jardin botanique de Meise).
95. Smith SE, Read D. INTRODUCTION. In: Smith SE, Read D, éditeurs. Mycorrhizal Symbiosis (Third Edition) [Internet]. London: Academic Press; 2008. p. 1-9. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123705266500027>
96. SMHV. Champignon bioindicateur [Internet]. Disponible sur: <https://www.smhv.net/champignon-bioindicateur>
97. SISIA RF. Tulostoma brumale Persoon.
98. SINOUE. Ripisylve: retour d'expériences sur la gestion des boisements de bord de berge [Internet]. CNPF; 2014 mai. Disponible sur: <https://www.sabvdronneaval.com/sensibilisation-connaissances/conseil-entretien-des-berges/>
99. SINGER R. The Agaricales in modern taxonomy [Internet]. 1986. Disponible sur: http://www.mediafire.com/file/kwa47ky40n7ox86/Agaricales_in_Modern_Taxonomy_1986.pdf/file?fbclid=IwAR04Sgy_VUHeG3S5EAoxlZ2QKAozJDVmDeuPE1aCeLvGfGtEvWBQWIKoz_I
100. SIFF S. R. Gordon Wasson and the Publicity Campaign to Introduce Magic Mushrooms to Mid-Century America. Revue française d'études américaines. 2018;156:p.p. 91-104.
101. Shipunov AB. Systema Naturae. The classification of living organisms. août 2007; Disponible sur: <https://www-nature-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/articles/npre.2007.241.2.pdf>
102. Selosse MA, Durrieu G. Une classification mycologique phylogénétique francophone (en 2003). Acta Botanica Gallica. 1 mars 2004;151(1):73-102.
103. L'écologie des Champignons [Internet]. Ver de Terre Production; 2019. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=oGMHwgqsQv8>
104. SELOSSE MA. Jamais seul. Actes Sud; 2017. 357 p.
105. SELOSSE MA. Apport des techniques génétiques et moléculaires à la connaissance des communautés et des populations de champignons ectomycorhiziens. Revue de Botanique. janv 2001;(165).
106. Secrétariat Scientifique ZNIEFF CSRPN Lorraine. Vallon Saint-Arnould a Deyvillers [Internet]. INPN, SNP-MNHN; 2021 p. 8. Report No.: 410030464. Disponible sur: <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/410030464.pdf>
107. Secrétariat Scientifique ZNIEFF CSRPN Lorraine. ZNIEFF 410030464 - VALLON SAINT-ARNOULD A DEYVILLERS.
108. Sébastien VAILLANT. Description de FUNGUS PHALLOIDES - Botanicon Parisiense p.74 [Internet]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9613290k/f137.item.r=phallope.zoom>
109. Schweinitz LD. Synopsis fungorum Carolinae superioris: secundum observationes [Internet]. Leipzig?, s.n, 1822; 1822. 122 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/22647>
110. SCHWAB N, PEAN R, PEAN G. Cortinarius praestans(Cordier) Gillet (1876) [Internet]. MycoDB. 2007. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Cortinarius&espece=praestans>
111. SCHWAB N, GRAMAIN D, PEAN G. Microglossum viride (Persoon) Gillet (1879) [Internet]. MycoDB. 2008. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Microglossum&espece=viride>
112. SCHWAB N, GRAMAIN D. Microglossum olivaceum (Persoon) Gillet (1879) [Internet]. MycoDB. 2014. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Microglossum&espece=olivaceum>
113. Schäffer Jacob Christian, Persoon CH (Christiaan Hendrik). Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur icones, nativis coloribus expressae [Internet]. Vol. v. 5. Erlangae, Apud J.J. Palmium, 1800; 172 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/21929>
114. Schäffer Jacob Christian, Persoon CH (Christiaan Hendrik). Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur icones, nativis coloribus expressae [Internet]. Vol. v. 1-2. Erlangae, Apud J.J. Palmium, 1800; 434 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/24284>
115. Schäffer Jacob Christian, Persoon CH (Christiaan Hendrik). Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur icones, nativis coloribus expressae [Internet]. Vol. v. 3-4. Erlangae, Apud J.J. Palmium, 1800; 450 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/24262>
116. SANE R, LAURENT P. Le projet des listes rouges de la faune, de la flore, de la fonge et des habitats naturels d'Alsace. Bull de la Fédération Mycologique de l'Est. 2002;0:4-14.

117. SANCHEZ. Amanita submembranacea découvert en plaine. Bull Soc mycol Fr. 2018;134:87-93.
118. SALAME. Généralités sur les champignons - Ethymologie [Internet]. Plateforme - ACCES Institut Français de l'Education. 2016. Disponible sur: <http://aces.ens-lyon.fr/aces/thematiques/biodiversite/dossiers-thematiques/diversite-biologique-du-sol/les-champignons-du-sol-1/generalites/etymologie>
119. SACCHI CF. Facteurs biotiques et facteurs abiotiques. In: UNIVERSALIS [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/milieu-ecologie/2-facteurs-biotiques-et-facteurs-abiotiques/>
120. SACCARDO PA. Fungi italici autographice delineati et colorati [Internet]. sumpt. auctoris (Lithogr. P. Fracanzani); 1887. Disponible sur: https://archive.org/details/Fungi-italici-Autographice-delineati-additis-nonnulis-extra-italicis-asterisco-PHAIDRA_o_366736/page/n19/mode/2up?view=theater
121. SACCARDO PA. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum [Internet]. Vol. 1. Patavii, sumptibus auctoris, 1882-1931; 1882. 804 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/102968#page/782/mode/1up>
122. SACCARDO PA. Michelia: commentarium mycologicum fungos in primas italicos illustrans [Internet]. Vol. 2. Typis Seminarii, 1882; 1882. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=qAoWAAAAYAAJ&hl=fr&source=gbs_navlinks_s
123. SACCARDO PA. Mycologiae Venetae specimen [Internet]. P. Prosperini, 1873; 1873. 215 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=yuM9AAAAAYAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
124. RYE C, WISE R, JURUKOVSKI V, DESAIX J, CHOI J, AVISSAR Y. BIOLOGY [Internet]. 2013. 1468 p. Disponible sur: <https://openstax.org/details/books/biology>
125. ROY M. Caractérisation de la diversité Fongique et du sOI dans les Réserves Naturelles de France classées UNESCO à partir de l'ADN environnemental – projet FORe. 2022 oct.
126. ROMAGNESI H. Les russules d'Europe et d'Afrique du Nord: essai sur la valeur taxinomique et spécifique des caractères morphologiques et microchimiques des spores et des revêtements [Internet]. (Paris); 1967. 998 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k34010211/f99.item.zoom>
127. Rivoire B. Les Polypores, une richesse fongique pour la biodiversité rhonalpine. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 2010;91-4.
128. RICKEN A. Vademecum für Pilzfreunde [Internet]. Quelle & Meyer; 1920. 352 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books/about/Vademecum_f%C3%BCr_Pilzfreunde.html?id=7TYIAQAAMAAJ&redir_esc=y
129. RICKEN A. Die Blätterpilze (Agaricaceae) [Internet]. Verlag Theodor Oswald Weigel; 1915. 480 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books/about/Die_Bl%C3%A4tterpilze_Agaricaceae.html?id=IR40AQAAAMAAJ&redir_esc=y
130. RICHARD B. Les mycocoenoses des pelouses calcicoles du Barrois lorrain. Analyse inventoriale, patrimoniale et conservatoire [Internet]. [NANCY]: Université de Lorraine; 2000. Disponible sur: http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_T_2000_RICHARD_BENOIT.pdf
131. REDECKER D. New views on fungal evolution based on DNA markers and the fossil record. Research in Microbiology. 2002;153:125-30.
132. RAYNARD A. Prévention et traitement des aspergilloses invasives liées à Aspergillus fumigatus. Université Claude Bernard - Lyon 1; 2018.
133. RAPIOR S, FONS F. Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault - Le Règne Fongique [Internet]. 2007. Disponible sur: https://s2hnh.org/wp-content/uploads/2017/02/5-Rapior2007_Regne_Fongique.pdf
134. RAPIOR S, FONS F. La classification des champignons. janv 2006;146(4).
135. Rapior S, Boutié P, Roussel B, Masson CL, Charlot C. Histoire des utilisations thérapeutiques de l'amadouvier [Fomes fomentarius (L.: Fr.) Fr.]. Revue d'Histoire de la Pharmacie. 2002;599-614.
136. RAMOUSSE R. DAILLY-LAMOURE Denise [Internet]. 2013. Disponible sur: <https://cths.fr/an/savant.php?id=113064#>
137. Ramousse R. Carl von Linné et la Société linnéenne de Lyon. Passé et présent. [Internet]. 2013. Disponible sur: <http://www.linneenne-lyon.org/depot1/17295.pdf>
138. RAMEAU JC. Flore forestière française. 1989.
139. QUELET L. Lucien Quélet (1832 - 1899) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-quelet.php>

140. QUELET L. Flore mycologique de la France et des pays limitrophes [Internet]. Paris; 1888. 492 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1654232.image>
141. QUELET L. Enchiridion fungorum in Europa media et praesertim in Gallia vigentium [Internet]. (Lutetiae); 1886. 352 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k441429c/f4.item.texteImage>
142. QUELET L. Aperçu des qualités utiles ou nuisibles des champignons. In: Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux. Gauthier Villars; 1885. p. p.p. 15-35.
143. QUELET L. Les champignons du Jura et des Vosges [Internet]. Baillière (Paris); 1875. 128 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k56114361.texteImage>
144. QUELET L. Les champignons du Jura et des Vosges [Internet]. Baillière, 1872; 1872. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=zvNyly8dWc4C&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=thumbnail&q&f=false
145. QUELET L. Les champignons de Jura et des Vosges [Internet]. Vol. 1 à 2. Imprimerie et Lithographie de Henri Barbier, 1872; 1872. 424 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=lyBKAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
146. PULTENEY R. Revue générale des écrits de Linné [Internet]. Vol. 2. Paris: BUISSON; 1789. 420 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9811556f.texteImage>
147. PULTENEY R. Revue générale des écrits de Linné [Internet]. Vol. 1. Paris: BUISSON; 1789. 410 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9802206j/f9.planchecontact#>
148. PRICE MJ. L'herbier de Johannes Hedwig aux Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève et son catalogue de types. Feuille verte. janv 2005;36.
149. POULAIN C. Francis Martin, les relations plantes-champignons [Internet]. INRAE. 2012. Disponible sur: <https://www.inrae.fr/actualites/francis-martin-relations-plantes-champignons>
150. PONSIN JP. La classification des champignons. 2019.
151. Pôle relais Tourbières. Quelles sont les causes de destruction ou de dégradation des tourbières françaises? Conservatoires d'Espaces Naturels;
152. PIRLOT JM. Quelques grands noms de la mycologie.
153. PFISTER DH. R. Gordon Wasson — 1898–1986. Mycologia. 1988;80(1):11-3.
154. PETERSON RH, KNUDSEN H. The mycological legacy of Elias Magnus Fries. IMA Fungus. mai 2015;6(1):99-114.
155. PERSOON CH. Synopsis methodica fungorum [Internet]. Henricum Dieterich (Gottingae); 1801. 745 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97341x>
156. PERSOON CH. Tentamen dispositionis methodicae fungorum in classes, ordines genera et familias [Internet]. Vol. 1. 1797. 84 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97904c.image>
157. PENCHET N. Claude et Britannicus: regard médical moderne sur deux morts suspectes de l'Antiquité, circonstances et hypothèses étiologiques [Internet]. Université de Caen - Normandie; 2019. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02490231/document>
158. PECK CH. Report of the state botanist on edible Fungi of New York 1895-99 [Internet]. Albany, University of the State of New York, 1900; 1900. 166 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/24351#page/5/mode/1up>
159. PECK CH. Report of the state botanist on edible Fungi of New York 1895-99 [Internet]. James B. Lyon, State Printer; 1893. Disponible sur: [https://www.google.fr/books/edition/Report_of_the_State_Botanist/xK3OcjoukVIC?hl=fr&gbpv=1&dq=inauthor:%22New+York+\(State\).+State+Botanist%22&printsec=frontcover](https://www.google.fr/books/edition/Report_of_the_State_Botanist/xK3OcjoukVIC?hl=fr&gbpv=1&dq=inauthor:%22New+York+(State).+State+Botanist%22&printsec=frontcover)
160. PEAN R, PEAN G, REAUDIN D. Geoglossum barlae Boudier (1889) [1888] [Internet]. MycoDB. 2010. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Geoglossum&espece=barlae>
161. PEAN R, PEAN G, FERRE D, MARADAN E. Inosperma cookei (Bresadola) Matheny & Esteve-Raventós (2019) [Internet]. MycoDB. 2006. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Inosperma&espece=cookei>
162. PEAN R, PEAN G. Myochromella boudieri (Kühner & Romagnesi) V. Hofstetter, Cléménçon, Moncalvo & Redhead (2015) [Internet]. MycoDB. 2007. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Myochromella&espece=boudieri>

163. PEAN R, GRAMAIN D, MARGEZ D. *Macrolepiota fuliginosa* (Barla) Bon (1977) [Internet]. MycoDB. 2007. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Macrolepiota&espece=fuliginosa>
164. PEAN R, GRAMAIN D. *Scutellinia barlae* (Boudier) Maire (1933) [Internet]. MycoDB. 2010. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Scutellinia&espece=barlae>
165. PEAN R. *Sphaerostilbella broomeana* (Tulasne & C. Tulasne) K. Põldmaa (1999) [Internet]. MycoDB. 2018. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Sphaerostilbella&espece=broomeana>
166. PAULET JJ. *Traité des champignons*. [Internet]. Vol. Tome 1. Impr. nationale (Paris); 1793. 696 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9689105p.texteImage#>
167. PAULET JJ. *Traité des champignons* [Internet]. Vol. 2. Paris, Impr. nationale excutive du Louvre, 1793; 1793. 514 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25510#page/9/mode/1up>
168. PATOULLARD N. *Essai taxonomique sur les familles et les genres des Hyménomycètes* [Internet]. Lons-Le-Saunier, 1900; 1900. 194 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/89685#page/9/mode/1up>
169. PATOULLARD N. *Les Hyménomycètes d'Europe: Anatomie générale et classification des champignons supérieurs* [Internet]. P. Klincksieck, 1887; 1887. 166 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=BMbRgFjDdjsC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=twopage&q&f=false
170. PATOULLARD N. *Tabulae analyticae fungorum* □: Descriptions et analyses microscopiques des champignons nouveaux, rares ou critiques [Internet]. Vol. 1, 1-5. J. Gindre, 1883; 1883. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=3V8_AAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
171. Parc naturel régional des Ballons des Vosges. *Plan de gestion 2022-2032 de la Réserve Naturelle Nationale de la Tourbière de Machais* [Internet]. Réserve Naturelle de la Tourbière de Machais; 2021. Disponible sur: https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pg2022-2032rntm_tome2gestion.pdf
172. Parc national regional des Ballons des Vosges. *Tourbières - Un héritage à transmettre* [Internet]. Disponible sur: https://www.parc-naturels-regionaux.fr/sites/ederationpnr/files/document/centre_de_ressources/archive_avant_2016/142533/t/tourbieres2014_bat6.pdf
173. Parc national regional des Ballons des Vosges. *Réserve Naturelle Nationale Tourbière de Machais* [Internet]. Disponible sur: <https://www.ballonsdesvosges-reservesnaturelles.fr/tourbiere-machais/>
174. PACAUD R. *Liste rouge des champignons de Vendée*. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. 2001;32:345-66.
175. ONF. *Réserve Biologique Intégrale - Grand Est* [Internet]. 2019. Disponible sur: https://carmen.carmencarto.fr/105/ONF_Forets.map
176. ONF. *Le rôle important des champignons dans l'écosystème forestier* [Internet]. Disponible sur: http://www1.onf.fr/activites_nature/sommaire/decouvrir/champignons/vivre/20080425-082147-323258/@@index.html
177. OLARIAGA I, MORENO G, MANJON JL, SALCEDO I, HOFSTETTER V, RODRIGUEZ D, et al. *Cantharellus* (Cantharellales, Basidiomycota) revisited in Europe through a multigene phylogeny. *Fungal Diversity*. juin 2016;
178. OLARIAGA I, GREBENC T, SALCEDO I, MARTIN M. Two new species of *Hydnum* with ovoid basidiospores: *H. ovoideisporum* and *H. vesterholtii*. *Mycologia*. 2012;104(6).
179. O'Reilly P, Parker S. *Tuber melanosporum* Vittad. - Truffe du Périgord [Internet]. *First Nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/tuber-melanosporum.php>
180. O'Reilly P, Parker S. *Tricholoma sejunctum* (Sowerby) Quéf. - Chevalier trompeur [Internet]. *First Nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/tricholoma-sejunctum.php>
181. O'Reilly P, Parker S. *Suillus grevillei* [Internet]. *First Nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/suillus-grevillei.php>
182. O'Reilly P, Parker S. *Russula chloroides* (Krombh.) Bres. - Blue Band Brittle Gill [Internet]. *First Nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/russula-chloroides.php>
183. O'Reilly P, Parker S. *Russula atropurpurea* (Krombh.) Britzelm. - Violet Brittle Gill [Internet]. *First nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/russula-atropurpurea.php>
184. O'Reilly P, Parker S. *Rubroboletus satanas* (Lenz) Kuan Zhao & Zhu L. Yang - Bolet du diable [Internet]. *First nature*. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/rubroboletus-satanas.php>

185. O'Reilly P, Parker S. *Phallus multicolor* (Berk. & Broome) Cooke - Voile de mariée jaune Stinkhorn [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/phallus-multicolor.php>
186. O'Reilly P, Parker S. *Peziza arvernensis* Roze & Boud. [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/peziza-arvernensis.php>
187. O'Reilly P, Parker S. *Panaeolus semiovatus* (Sowerby) S. Lundell - Egghead Mottlegill [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/panaeolus-semiovatus.php>
188. O'Reilly P, Parker S. *Leucocoprinus badhamii* (Berk. & Broome) Locq. - Dapperlin rougissant [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/leucocoprinus-badhamii.php>
189. O'Reilly P, Parker S. *Lenzites betulinus* (L.) Fr. - Bouleau Mazegill [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/lenzites-betulinus.php>
190. O'Reilly P, Parker S. *Laccaria proxima* (Boud.) Pat. - Trompeur scurfy [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/laccaria-proxima.php>
191. O'Reilly P, Parker S. *Laccaria amethystina* (Huds.) Cooke - trompeur d'améthyste [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/laccaria-amethystina.php>
192. O'Reilly P, Parker S. *Helvella elastica* Taureau. - Selle élastique [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/helvella-elastica.php>
193. O'Reilly P, Parker S. *Ganoderma resinaceum* Boud. [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/ganoderma-resinaceum.php>
194. O'Reilly P, Parker S. *Cyclocybe cylindracea* (DC.) Vizzini & Angelini - Poplar Fieldcap [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/cyclocybe-cylindracea.php>
195. O'Reilly P, Parker S. *Conocybe pubescens* (Gillet) Kühner - Conecap duveteux [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/conocybe-pubescens.php>
196. O'Reilly P, Parker S. Christiaan Hendrik Persoon (1761 - 1836) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-persoon.php>
197. O'Reilly P, Parker S. *Butyriboletus regius* (Krombh.) Arora & JL Frank - Royal Bolet [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/butyriboletus-regius.php>
198. O'Reilly P, Parker S. *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan - Baromètre Earthstar [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/astraeus-hygrometricus.php>
199. O'Reilly P, Parker S. *Ascocoryne cylichnium* (Tul.) Korf [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/ascocoryne-cylichnium.php>
200. O'Reilly P, Parker S. *Amanita ceciliae* (Berk. et Broome) Bas - Snakeskin Grisette [Internet]. First Nature. 2016. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/amanita-ceciliae.php>
201. O'Reilly P, Parker S. Mordecai Cubitt Cooke (1825 - 1914) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-cooke.php>
202. O'Reilly P, Parker S. Miles Joseph Berkeley (1803 - 1899) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-berkeley.php>
203. O'Reilly P, Parker S. Julius Vincenz von Krombholz (1782 - 1843) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-krombholz.php>
204. O'Reilly P, Parker S. Jean-Louis Émile Boudier (1828 - 1920) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-boudier.php>
205. O'Reilly P, Parker S. Jean Baptiste François Pierre Bulliard (1742 - 1793) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-bulliard.php>
206. O'Reilly P, Parker S. James Bolton (vers 1735 - 1799) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-bolton.php>
207. O'Reilly P, Parker S. Elias Magnus Fries (1794 - 1878) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-fries.php>

208. O'Reilly P, Parker S. Claude-Casimir Gillet (1806 - 1896) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-gillet.php>
209. O'Reilly P, Parker S. Christopher Edmund Broome (1812 - 1886) - une brève biographie [Internet]. First Nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-broome.php>
210. O'Reilly P, Parker S. August Johann Georg Karl Batsch (1761 - 1802) - une brève biographie [Internet]. First nature. 2011. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/~biog-batsch.php>
211. O'Reilly P, Parker S. Tricholoma pardinum Quéf. - Chevalier léopard [Internet]. First Nature. Disponible sur: <https://www.first-nature.com/fungi/tricholoma-pardinum.php>
212. NICODEME F. Champignons et Aulnes Résultats d'une étude écologique. Université de Lille 2; 2007.
213. NI M, FERETZAKI M, SUN S, WANG X, HEITMAN J. Sex in Fungi. *Annu Rev Genet* [Internet]. 2011;45(405-430). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3310392/#S1title>
214. Nations Unies. Convention sur la diversité biologique [Internet]. 1992. Disponible sur: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>
215. NAGY, SZOLLOSI. Fungal Tree of Life - Advances in Genetics 100, 47-92 [Internet]. 2017. Disponible sur: http://www.ima-mycology.org/sites/default/files/downloads/fungal_tree_of_life_poster.pdf
216. MUELLER GM, CUNHA KM, MAY TW, ALLEN JL, WESTRIP JRS, CANTEIRO C, et al. What Do the First 597 Global Fungal Red List Assessments Tell Us about the Threat Status of Fungi? *Diversity* [Internet]. 2022;14(736). Disponible sur: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/9/736>
217. MOORE D, ROBSON GD, TRINCI APJ. The fungal species: a matter of definition. In: 21st Century Guidebook to Fungi [Internet]. 2021. p. 610. Disponible sur: http://www.davidmoore.org.uk/21st_Century_Guidebook_to_Fungi_PLATINUM/Assets/Species-definition_Resources.html
218. MOORE D, ALEXOPOULOS JC, AHMADJIAN V. fungus. In: *Encyclopedia Britannica* [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://www.britannica.com/science/fungus>
219. Money NP. Reverend Berkeley's devil. *Nature*. 1 juin 2001;411(6838):644-5.
220. MOMBERT A, PEAN R, PEAN G. Coprinellus angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (2001) [Internet]. MycoDB. 2007. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Coprinellus&espece=angulatus>
221. MOINGEON JM. Desarmillaria ectypa - Retourner. 2010.
222. MICHELOT A, GACHET S, LEGACY M, LANDMANN G. L'autécologie des essences forestières et son intégration dans les outils d'aide à la décision: synthèse et évaluation Etude menée dans le cadre du projet TRAITAUT: «Trais fonctionnels et autécologie des essences forestières». *ECOFOR*; 2013 mai p. 44.
223. MICHELI PA. Nova plantarum genera: iuxta Tournefortii methodum disposita [Internet]. 1729. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=3OpWAAAACAAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
224. MENNESSIER V. Écologie d'une espèce fongique emblématique: distribution, phénologie des fructifications et structure génétique des populations d'amanite des Césars (*Amanita caesarea* (Scop.: Fr.) Pers.) dans les pelouses sèches du Limousin [Internet] [Sciences de l'environnement]. Ecole Pratique des Hautes Etudes Science de la Vie et de la Terre; 2018. Disponible sur: <https://hal-ephe.archives-ouvertes.fr/hal-02054354v2/document>
225. MELZER Z, ZVARA J. České holubinky [Internet]. F. Řivnáč; 1927. 129 p. Disponible sur: https://archive.org/details/ceske_holubinky/page/n5/mode/2up
226. MAURICE JP. Les champignons dans les écosystèmes. *Rendez-vous de Nature Flore* 54; 2022 sept.
227. MAURICE JP. Amanita torrendii Justo (2010) [Internet]. 2014. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/quicksearch.php>
228. MAURICE JP. Entoloma elodes - Tourbière de Machais. 2003.
229. MAURICE JP. Pelouses calcaires sèches: enfer et desert pour les champignons? *Société Mycologique des Hautes Vosges* [Internet]. 2001; Disponible sur: <https://www.smhv.net/collines-calcaires>
230. MAURICE JP. Les champignons dans les écosystèmes.
231. MAUBLANC A. Espèces nouvelles de champignons inférieurs. *Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France*. 1904;20:pp.70-74.

232. MATTHIOLI PA. Commentarii in sex P. Dioscoridis de materia medica [Internet]. 1554. 707 p. Disponible sur: https://books.google.it/books?id=acRCAAAAcAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
233. MATTHIOLI PA. Commentarii in libros sex pedacii discoridis [Internet]. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k58820r.image>
234. MASSICOTTE H. Défier les règles botaniques: mycohétérotrophie et mixotrophie comme stratégie végétale - implications pour la forêt boréale. 2009.
235. MARTIN M. The revolution of molecular techniques in the fungi research: Explored files and future objectives. Sesion 3. Application of Molecular Techniques to the research of the Ecology and Diversity of Macromycetes; 2011 juin.
236. MARTIN M. Carbone et matières organiques des sols - La carte nationale des stocks de carbone des sols intégrée dans la carte mondiale de la FAO [Internet]. GisSol; 2019. Disponible sur: <https://www.gissol.fr/thematiques/matieres-organiques-des-sols-42>
237. MARTIN F, UROZ S, BARKER DG. Alliances ancestrales: symbioses mutualistes végétales avec champignons et bactéries. Sciences. mai 2017;356(6340).
238. MARTIN F, TUSKAN GA, DIFAZIO SP, LAMMERS P, NEWCOMBE G, PODILA GK. Symbiotic sequencing for the Populus mesocosm. New Phytologist. 2004;(161):330-5.
239. MARTIN F. Sous la forêt, pour survivre, il faut des alliés. Humen Sciences; 2018. 229 p.
240. MARSHALL WARD H. Anton De Bary. Nature. 1888;37:297-9.
241. MARSHALL NL. The Mushroom Book [Internet]. Doubleday, page and co; 1901. 300 p. Disponible sur: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=hvd.32044000259002&view=1up&seq=265>
242. MARSHALL NL. Morchella deliciosa, Fr. 1901.
243. MARSHALL NL. Helvella elastica, Bull. Helvella lacunosa Holm. Mitrula vitellina Sacc, var irregularis, Pk. 1901.
244. MANACHERE G. M. Josserand. — La description des champignons supérieurs, (1983, 2e édition). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1984;53(7):p.p. 232-233.
245. MALENÇON G. Fig. 2. Labyrinthomyces steenisii Boedijn. 1973.
246. MALENÇON G. Champignons hypogés du nord de l'Afrique—I Ascomycètes. PERSONIA. 1973;7(2):261-88.
247. MALENÇON G. Georges MALENÇON - Le développement du Torrendia pulchella Bres. et son importance morphogénétique (avec fig.). Revue de mycologie. 1955;20(2):p.p. 81-130.
248. MAIRE R. Le mycologue et botaniste René Maire (1878-1949). Dynamiques environnementales. 2017;39-40.
249. MAIRE R. Cortinarius nanceiensis n.sp. - Notes critiques sur quelques Champignons récoltés pendant la Session de Grenoble-Annecy de la Société Mycologique de France. In: Bulletin de la Société Mycologique de France. 4: Paris, Selbstverlag; 1911. p. p.425-427.
250. MAIRE R. Cortinarius nanceiensis n.sp. - Notes critiques sur quelques Champignons - Planche XV - Fig. 1 - 3. 1911.
251. MAIRE R. Les bases de la classification dans le genre Russula. Bulletin de la Société Mycologique de France. 1910;26(2):p.p 64-139.
252. MAILLET A. 10 ans de partenariat. La feuille et l'hyphe [Internet]. juill 2019;(3). Disponible sur: <https://www.onf.fr/onf/+4d6::la-feuille-lhyphe-no3.html>
253. MAHE S. Diversité des branches évolutives basales du règne des champignons dans les écosystèmes hydrothermaux marins profonds [Biodiversité et Ecologie]. Université de Rennes 1; 2013.
254. MAFFERT J. Un nouveau protoglogue pour Phallus hadriani. 2018;134(1-4):29-54.
255. MAFFERT J. Schéma d'asques [Internet]. Disponible sur: <https://www.microscopies.com/DOSSIERS/Magazine/Articles/J%20Maffert/Asques%20et%20Basides.htm>
256. Lutkajtis A. Little Saints: The Sacred Healing History of 'Magic Mushrooms' [Internet]. Australian psychedelic society. Disponible sur: <https://www.psychedelicociety.org.au/articles/little-saints-the-sacred-healing-history-of-magic-mushrooms>

257. Lücking R, Aime MC, Robbertse B, Miller AN, Aoki T, Ariyawansa HA, et al. Fungal taxonomy and sequence-based nomenclature. *Nature Microbiology*. 1 mai 2021;6(5):540-8.
258. LORON CC, FRANCOIS C, RAINBIRD RH, TURNER EC, BORENSZTAJN S, JAVAUX EJ. Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada. *NATURE*. mai 2019;(570):232-5.
259. LOIZEAU PA, PRICE MJ. Code International de Nomenclature pour les Algues, les Champignons et les Plantes [Internet]. 2017. Disponible sur: https://zenodo.org/record/377010/files/CIN_CJBG_HS17_2017.pdf
260. LIONNET N. Les champignons [Internet]. Hachette. Paris; 1979. (collection en savoir plus). Disponible sur: <https://excerpts.numilog.com/books/9782706267482.pdf>
261. LINNE CA, GMELIN JF. *Systema naturæ per regna tria naturæ*. Tome 1 / , secundum classes, ordines, genera, species; cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus primus [-tertius]. Editio decima tertia, aucta, reformata. [Internet]. LUGDUNI. Vol. 1. 1789. 524 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3040541b/f7.item>
262. LINNE CA, GMELIN JF. *Systema naturæ per regna tria naturæ*. Tome 2, partie 2; p. 885-1661 / , secundum classes, ordines, genera, species; cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus primus [-tertius]. Editio decima tertia, aucta, reformata. [Internet]. Lugduni. Vol. 2-partie 2. 792 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97736206/f520.item.r=fung>
263. LINNE CA, GMELIN JF. *Systema naturæ per regna tria naturæ*. Tome 2, partie 1; XL-884 p. / , secundum classes, ordines, genera, species; cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus primus [-tertius]. Editio decima tertia, aucta, reformata. [Internet]. Lugduni. Vol. 2. 932 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97736169/f9.planchecontact.r=fungi>
264. LINNE C von. *Materia medica.... De plantis* [Internet]. Holmiae. Vol. 2. 1749. 305 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9766913r/f218.item.r=fung>
265. LIIMATAINEN K, KIM JT, POKORNY L, KIRK PM, DETINGER B, NISKANEN T. Taming the beast: a revised classification of Cortinariaceae based on genomic data. *Fungal Diversity*. févr 2022;
266. LEVESQUE H. Le cheminement intellectuel vers les trois domaines du monde vivant. Institut Français de l'Éducation [Internet]. juill 2017; Disponible sur: <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/biodiversite/dossiers-thematiques/les-trois-domaines-du-vivant/le-cheminement-intellectuel-vers-les-trois-domaines>
267. LEVEILLE JH. *Annales des sciences naturelles* [Internet]. Béchét jeune (Paris) -CrochardCrochard (Paris); 1837. 384 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bd6t53710377/f321.item.zoom>
268. LEON Y. L'illustrateur mayennais Bernard Duhem s'est éteint. Ouest France [Internet]. 7 janv 2017; Disponible sur: <https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/mayenne-53100/l-illustrateur-mayennais-bernard-duhem-s-est-eteint-4724454>
269. LENZ HO. Die schädlichen und nützlichen Schwämme [Internet]. 1831. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=qDolAQAAMAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_atb&redir_esc=y#v=twopage&q&f=true
270. LENZ HO. *Boletus satanas & Boletus edulis - Die schädlichen und nützlichen Schwämme - Tabl. VII* [Internet]. 1831. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=qDolAQAAMAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_atb&redir_esc=y#v=twopage&q&f=true
271. LECOMTE M. Classification des champignons [Internet]. Disponible sur: <http://www.champignons-passion.be/ClassificationGen.pdf>
272. LEBRETON A, ZENG Q, MIYAUCHI S, KOHLER A, DAI YC, MARTIN F. Evolution of the Mode of Nutrition in Symbiotic and Saprotrophic Fungi in Forest Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2021;(52):385-404.
273. LEBRETON A. Caractéristiques génomiques du genre fongique Mucor et évolution adaptative liée à différents modes et conditions de vie au sein du genre [Internet]. [Brest]: Université de Bretagne occidentale; 2018. Disponible sur: https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02275809/file/These-2018-EGAAL-Genetique_genomique_et_bioinformatique-LEBRETON_Annie.pdf
274. LE TACON F, MAURICE J. Paul. L'odyssée des champignons. Editions Quae; 2019. 143 p.
275. LE TACON F. La mycorhization contrôlée et ses possibilités d'application. Les progrès réalisés aux Etats-Unis [Internet]. HAL Open Sciences; 2021. Disponible sur: <https://hal.science/hal-03396478/document>
276. LE GUYAGER H. Doit-on abandonner le concept d'espèce? [Internet]. *Courrier de l'environnement de l'INRA* n°46; 2002. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01201814/file/C46Leguyader.pdf>
277. Le Calvez T. Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond [Internet]. Université Rennes 1; 2009. Disponible sur: <https://theses.hal.science/tel-00465055/document>
278. LAVOCAT L. Le changement climatique menace la symbiose vitale entre les arbres et les champignons [Internet]. *Reporterre*. 2019.

Disponible sur: <https://reporterre.net/Le-changement-climatique-menace-la-symbiose-vitale-entre-les-arbres-et-les-champignons>

279. LAURENT P. Inventaire mycologique de la Réserve Naturelle du FRANKENTHAL - MISSHEIMLE [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; 2008. Disponible sur: <https://www.smhv.net/tourbieres>
280. LAURENT P. Inventaire faune, flore, fonge du See d'Urbès (68 - Haut-Rhin [Internet]. Conservatoire des sites alsaciens - Société mycologique des Hautes-Vosges; 2008. Disponible sur: <https://www.smhv.net/tourbieres>
281. LAURENT P. Inventaire mycologique des Aulnaies de Deyvillers - Longemer - Wisembach [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; 2006. Disponible sur: <https://www.smhv.net/aulnaies>
282. LAURENT P. Inventaire mycologique de la ZNIEFF du Lac de Retournemer [Internet]. Xonrupt: Société Mycologique des Hautes Vosges; 2006. Disponible sur: <https://www.smhv.net/tourbieres>
283. LAURENT P. Inventaire mycologique de la Tourbière de la Charme. Communes de Rupt-sur-Moselle et Thieffosse: Société Mycologique des Hautes Vosges; 2006.
284. LAURENT P. Les champignons hallucinogènes dans leur cadre légal. Bull de la Fédération Mycologique de l'Est. 2002;(0):24-9.
285. LAURENT P. Pelouses calcicoles xérophiles continentales de l'Alsace, du Jura, des Préalpes et de la vallée du Rhône [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; (Collines calcaires). Disponible sur: <https://www.smhv.net/collines-calcaires>
286. LAURENT P. Pelouses calcicoles subatlantiques des mésoclimats froids de l'Est [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; (Collines calcaires). Disponible sur: <https://www.smhv.net/collines-calcaires>
287. LAURENT P. Inventaire mycologique Bollenberg [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; (Collines calcaires). Disponible sur: <https://www.smhv.net/collines-calcaires>
288. LAURENT P. Inventaire aulnaire Ried - Elsenheim - Ohnenheim [Internet]. Société Mycologique des Hautes Vosges; Disponible sur: <https://www.smhv.net/aulnaies>
289. LAURENT P. Glanes mycologiques en foret communale d'Elsenheim 67 [Internet]. Illhausern: Société Mycologique des Hautes Vosges; p. 10. Disponible sur: <https://www.smhv.net/aulnaies>
290. LAURENT P. Les champignons déterminants Vieilles forêts à forte naturalité. Conservatoire des Sites Alsaciens, SMHV [Internet]. Disponible sur: <https://www.conservatoire-sites-alsaciens.eu/wp-content/uploads/2020/01/Vieilles-forêts-à-forte-naturalité.pdf>
291. Laurence MH, Summerell BA, Burgess LW, Liew ECY. Genealogical concordance phylogenetic species recognition in the *Fusarium oxysporum* species complex. *Fungal Biology*. 2014;118(4):374-84.
292. LANGE JE. *Tricholoma* - Tab. 30 - p.125 [Internet]. 1935. Disponible sur: <http://www.svampe.dk/svampeforeningscmsset/wp-content/uploads/FAD-Vol-1.pdf>
293. LANGE JE. Flora agaricina Danica [Internet]. Vol. 1-5. Recato (Copenhagen); 1935. 165 ; 153 ; 143 ; 165 ; 151. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/services/engine/search/sru?operation=searchRetrieve&version=1.2&collapsing=disabled&rk=21459;2&query=%28dc.title%20all%20%22Flora%20agaricina%20Danica%22%29%20and%20dc.relation%20all%20%22cb372672961%22>
294. LANGE JE. *Clitocybe* - Tab.40 - p.135 [Internet]. 1935. Disponible sur: <http://www.svampe.dk/svampeforeningscmsset/wp-content/uploads/FAD-Vol-1.pdf>
295. LANGE JE. Studies in the Agarics of Denmark. Part III. *Pluteus*, *Collybia*, *Inocybe*. In: Dansk botanisk arkiv [Internet]. 3: Kbenhavn, Dansk botanisk forening, 1913-1981; p. 1-50. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/5297428#page/5/mode/1up>
296. LALONDE C. Dioscoride et De materia medica. « De mémoire d'herboristes » Journal de L'Herbothèque Terre de vie, volume 6, numéro 4, automne 2008. mars 2018;
297. LAESOE T, PETERSEN JH. Champignons d'Europe tempérée [Internet]. Biotop Editions. Vol. 1. Disponible sur: http://www.biotop-editions.com/data/images/events/presentation_champignons_europe.pdf
298. KÜHNHER R. Marcel Josserand, Mycologue (1900-1992). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1998;67(9):p.p. 235-250.
299. KÜHNHER R. La carrière et l'œuvre mycologique de deux savants originaires de la région neuchâtelaise □ Jules Favre et Paul Konrad (I). Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie [Internet]. 1982;5/6. Disponible sur: <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=szp-001%3A1982%3A60%3A%3A363>
300. KÜHNHER R. Agaricales de la zone alpine. Le genre *Melanoleuca* Pat. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1978;47(1):12-52.

301. Kühner R. La notion d'espèce chez les champignons supérieurs. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1976;17-48.
302. KÜHNER R. Remarques d'ordre technique sur l'étude de la répartition des noyaux dans les mycéliums de basidiomycètes. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1945;14(8):177-80.
303. Krombholz JV. Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme [Internet]. Prag, In Commission in der J. G. Calve'schen Buchhandlung, 1831-1846; 1831. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=DhYWAAAAAYAAJ&pg=PR3&hl=fr&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false
304. Krombholz JV. Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme [Internet]. Prag, In Commission in der J. G. Calve'schen Buchhandlung, 1831-1846; 1831. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53231#page/1/mode/thumb>
305. Krombholz JV. Naturgetreue Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Schwämme [Internet]. Prag, In Commission in der J. G. Calve'schen Buchhandlung, 1831-1846. 1831. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53231#page/44/mode/1up>
306. Korf RP. SOME NEW DISCOMYCETE NAMES. Phytologia. 1971;21:201-7.
307. KONRAD P. Un dernier mot sur la classification des Bolets. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1935;4(8):p.p. 130-134.
308. KONRAD P. Notes sur la classification des Bolets. III. - Les Bolets du sous-genre Krombholzia Karsten. Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon. déc 1932;(10):148-52.
309. KONRAD P. Icones selectae Fungorum - Pluteus cervinus (Fries ex Schaeffer) Quélet - Pl.19 [Internet]. 1924. Disponible sur: <https://www.abebooks.fr/edition-originale/Icones-selectae-Fungorum-KONRAD-Paul-MAUBLANC/14207467664/bd#&gid=1&pid=2>
310. KONRAD P. Icones Selectae - Higrophorus leucopheus (Fries ex Scopoli) Gillet - Pl. 370 [Internet]. 1924. Disponible sur: https://www.auction.fr/_fr/lot/konrad-paul-maublanc-andre-icones-selectae-fungorum-paris-paul-lechevalier-12815513
311. Kiffer E, Morelet M. Les Deutéromycètes: Classification et clés d'identification générique [Internet]. Quae; 1997. Disponible sur: <https://books.google.fr/books?id=RmcjCwAAQBAJ>
312. KEYNES G. A HOOKE Bibliography. Nature. 1960;188(4753):829-829.
313. JOSSERAND M. Marcel Bon. — Champignons d'Europe occidentale. 1988. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon [Internet]. 1989. p. 61-2. (58). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1989_num_58_2_10861_t1_0061_0000_6
314. JOSSERAND M. Roger Heim. — Les Champignons toxiques et hallucinogènes, 1978. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1978;47(9):p.596.
315. JOSSERAND M. G. Malençon et R. Bertault. — Flore des Champignons supérieurs du Maroc, 1975. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1976;45(6):42.
316. JOSSERAND M. A. Maublanc. — Champignons comestibles et vénéneux, 1974. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1976;45(6):p.236.
317. JOSSERAND M. G. Malençon et R. Bertault. — Flore des champignons supérieurs du Maroc. Essai descriptif et critique, t. 1, Agaricales (première partie), in Travaux de l'Institut scientifique chérifien et de la Faculté des Sciences de Rabat. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1971;40(5):p.p. 75-76.
318. Jossierand M. Rolf Singer. — Die Röhrlinge, t. II.□; in Die Pilzmitteleuropas, 1966. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1967;36(2):77-77.
319. JOSSERAND M. Henri Romagnesi. — Les Russules d'Europe et d'Afrique du Nord, 1967. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1967;36(6):269-71.
320. JOSSERAND M. Rolf Singer. — The Agaricales in modern Taxonomy, Weinheim, Allemagne, 1962. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon [Internet]. 1963. p. 180-1. (32). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1963_num_32_6_7158_t1_0180_0000_2?q=Rolf+Singer
321. JOSSERAND M. Rolf Singer. — Keys for the determination of the Agaricales, Weinheim, Allemagne, 1962. In: Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon [Internet]. 1962. p. 262-3. (31). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1962_num_31_8_7080_t1_0262_0000_8?q=Rolf+Singer
322. JOSSERAND M. Jules Favre. — Catalogue descriptif des Champignons supérieurs de la zone subalpine du Parc national suisse, avec

- une introduction par Aloys Duperrex, 1960. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1961;30(2):p.p. 39-40.
323. JOSSERAND M. Jules Favre. — Les Champignons supérieurs de la zone alpine du Parc national suisse. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1956;25(2):p.64.
324. JOSSERAND M. P. Konrad et A. Maublanc. — Les Agaricales, t. I□: Agaricaceae. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1949;18(7):p.159.
325. JOSSERAND M. Rolf Singer, Das System des Agaricales. In: Ann Mycologici [Internet]. Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon; 1937. p. 61-62. (6). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1937_num_6_4_9232_t1_0061_0000_3?q=Rolf+Singer
326. JOSSERAND M. René MAIRE (29-5-1878 -- 24-11-1949). Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon [Internet]. janv 1950;19(1). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_1950_num_19_1_7270?pageId=T1_4
327. Jean-Pierre D. Mitrula paludosa Fries (1816) [Internet]. 2010. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Mitrula&espece=paludosa&numphoto=3&source=list&filter=&numfiche=5001>
328. JABLOKOW VR. Carl von Linne. Can Med Assoc J. juin 1956;74(12):1009-10.
329. IVANOVIC M. Phytophthora infestans - the origin and historical evidence. 2005;32(1):44-9.
330. ISTVANFFI GYUKA Dr. ETUDES ET COMMENTAIRES SUR LE CODE DE L'ESCLUSE [Internet]. Disponible sur: <https://www.abebooks.fr/ETUDES-COMMENTAIRES-CODE-LESCLUSE-augmenté-quelques/30550427634/bd>
331. INSERM (SALLE DE PRESSE). Mucoviscidose□: une nouvelle perspective thérapeutique grâce à des recherches sur un champignon comestible. 26 janv 2023; Disponible sur: <https://presse.inserm.fr/mucoviscidose-une-nouvelle-perspective-therapeutique-grace-a-des-recherches-sur-un-champignon-comestible/46366/>
332. INPN. Classification des habitats CORINE biotopes [Internet]. Inventaire National du Patrimoine Naturel - Arbre des habitats. Disponible sur: https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_typo/22
333. HORNICK L. Tree of Life [Internet]. 2005. Disponible sur: <https://genome.jgi.doe.gov/portal/pages/tree-of-life.jsf>
334. Hooke R. Micrographia [Internet]. 125 à 130. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98770v/f157.item>
335. HOLM L. Elias FRIES et les mycologues français. Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. 1999;117:pp.37-41.
336. HOFSTETTER V. Phylogénétique.
337. HERVE R. Quels sont les effets du réchauffement climatique sur la pousse des champignons□? [Internet]. 2022. Disponible sur: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/nouvelle-aquitaine/vienne/poitiers/quels-sont-les-effets-du-rechauffement-climatique-sur-la-pousse-des-champignons-dans-les-forets-du-poitou-2648372.html>
338. HEMMING F. CAROLUS LINNAEUS. NATURE. juin 1957;179(4571):1155-6.
339. HEIM R. Psilocybe fagicola Heim & Cailleux (1 à 13) et Psilocybe Hoogshagemi (14 à 20) - Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes - p.120 [Internet]. 1965. Disponible sur: https://www.samorini.it/doc1/alt_aut/ek/heim-nouvelles-investigations-sur-les-champignons-hallucinogenes.pdf
340. HEIM R. Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes. In: Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle [Internet]. Editions du Museum; 1965. p. 126. (7; vol. Tome IX). Disponible sur: https://www.samorini.it/doc1/alt_aut/ek/heim-nouvelles-investigations-sur-les-champignons-hallucinogenes.pdf
341. HEIM R. Fig.5 - Formes culturelles stables de Psilocybe mexicana - Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes - p.32 [Internet]. 1965. Disponible sur: https://www.samorini.it/doc1/alt_aut/ek/heim-nouvelles-investigations-sur-les-champignons-hallucinogenes.pdf
342. HEIM R. Fig.3 Carpophores de Psilocybe mexicana f angulata-olivacea - Nouvelles investigations sur les champignons hallucinogènes - p.31 [Internet]. 1965. Disponible sur: https://www.samorini.it/doc1/alt_aut/ek/heim-nouvelles-investigations-sur-les-champignons-hallucinogenes.pdf
343. HEIM R. Note sur des Champignons divinatoires utilisés dans les rites des Indiens Mazatèques. Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée. 1956;3(5-6):pp 320-325.
344. HEIM R. Funérailles de Pierre Augustin Dangeard - Discours de Roger Heim. In 1947. p. pp 666-675. Disponible sur: https://www.academie-sciences.fr/pdf/eloges/dangeard_notice.pdf

345. HEFFNER JM. La mycologie de la préhistoire à nos jours. mars 2010; Disponible sur: <http://mycologia34.canalblog.com/archives/2010/03/02/15676444.html>
346. Hawksworth DL. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycol Res.* déc 2001;105(12):1422-32.
347. GUINIER P. René Maire: 1878-1949: sa vie et son oeuvre. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.* 1952;41:113.
348. GUINBERTEAU J, COURTECUISSÉ R. Diversité des champignons (surtout mycorhiziens) dans les écosystèmes forestiers actuels. *Revue forestière française.* 1997;49:25-39.
349. Guilloux R. Transmissions de la moxibustion et de l'acupuncture en Europe. *Entre pratiques et discours (1670-1830).* *Revue d'anthropologie des connaissances.* 2012;6, 3(3):549-83.
350. GROELL R. A la mémoire de Georges Becker, président d'honneur de la société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard. *Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard.* 1995;13-4.
351. GRIMOULT C. L'évolution biologique en France Une révolution scientifique, politique et culturelle [Internet]. *Librairie Droz.* 2001. 304 p. (Travaux de Sciences Sociales). Disponible sur: <https://doi.org/10.3917/droz.grimo.2001.01>
352. GREVILLE RK. *Scottish Cryptogamic Flora, Or, Coloured Figures and Descriptions of Cryptogamic Plants, Belonging Chiefly to the Order Fungi: And Intended to Serve as a Continuation of English Botany* [Internet]. Vol. 3. Maclachlan and Stewart; 1825. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=OhAPAAAAQAAJ&hl=fr&source=gbs_navlinks_s
353. GREVILLE RK. *Scottish Cryptogamic Flora, Or, Coloured Figures and Descriptions of Cryptogamic Plants, Belonging Chiefly to the Order Fungi: And Intended to Serve as a Continuation of English Botany* [Internet]. Vol. 2. Maclachlan & Stewart; 1824. Disponible sur: <https://books.google.bj/books?id=uopIAAAAYAAJ>
354. GREVILLE RK. *Peziza vesitulosa - Scottish Cryptogamic Flora V.2* p.141 [Internet]. 1824. Disponible sur: <https://books.google.bj/books?id=uopIAAAAYAAJ>
355. GREVILLE RK. *Hydnum imbricatum - Scottish Cryptogamic Flora V.2* - p.33 [Internet]. 1824. Disponible sur: <https://books.google.bj/books?id=uopIAAAAYAAJ>
356. GREVILLE RK. *Scottish Cryptogamic Flora, Or, Coloured Figures and Descriptions of Cryptogamic Plants, Belonging Chiefly to the Order Fungi: And Intended to Serve as a Continuation of English Botany* [Internet]. Vol. 1. 2-6: Maclachlan & Stewart; 1823. Disponible sur: https://www.google.fr/books/edition/Scottish_Cryptogamic_Flora_Or_Coloured_F/cUIAAAAQAAJ?hl=fr&gbpv=0
357. GREVILLE RK. *Agaricus odoratus - Scottish Cryptogamic Flora V.1* - p.89 [Internet]. 1823. Disponible sur: https://www.google.fr/books/edition/Scottish_Cryptogamic_Flora_Or_Coloured_F/cUIAAAAQAAJ?hl=fr&gbpv=0
358. GRAMAIN D, PEAN G. *Fuscoporia torulosa* (Persoon) T. Wagner & M. Fischer (2001) [Internet]. *Mycodb.* 2007. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Fuscoporia&espece=torulosa>
359. GOVER D. *Jetée Antonio Micheli.* Disponible sur: https://www.aspergillus.org.uk/image_library/pier-antonio-micheli/
360. GONTERO-LAUZE V. Au Moyen Âge, les champignons avaient très mauvaise réputation [Internet]. *The conversation.* 2022. Disponible sur: <https://theconversation.com/au-moyen-age-les-champignons-avaient-tres-mauvaise-reputation-176751>
361. GIROMETTA C. Antimicrobial properties of *Fomitopsis officinalis* in the light of its bioactive metabolites. 2019; Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30834150/>
362. GILLET F. *La phytosociologie synusiale intégrée - Guide méthodologique - Document 1.* Documents du Laboratoire d'Ecologie Végétale; 2000.
363. GILLET CC. *Russula pungtata* Gillet - Les champignons (fungi, hyménomycètes) qui croissent en France. Description et iconographie propriétés utiles ou vénéneuses - p.89 [Internet]. 1878. Disponible sur: <https://archive.org/details/leschampignonsfu07gill/page/n88/mode/1up>
364. GILLET CC. *Russula punctata*, «Les champignons qui croissent en France» - p.246 [Internet]. 1878. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=IL8ssez3p9UC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
365. GILLET CC. *Les champignons (fungi, hyménomycètes) qui croissent en France. Description et iconographie propriétés utiles ou vénéneuses* [Internet]. Paris, J. B. Baillière; 1878. Disponible sur: <https://archive.org/details/leschampignonsfu07gill/mode/1up>
366. GILLET CC. *Les discomycètes* [Internet]. impr. de E. de Broise (Alençon); 1879. 468 p. Disponible sur:

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6381547k/f396.double>

367. GILLET CC. Les champignons (fungi, hyménomycètes) qui croissent en France, description et iconographie, propriétés utiles ou vénéneuses [Internet]. J. B. Bailliere et fils (Paris); 1878. 138 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98156n/f1.item>
368. GILLET CC. Les champignons (fungi, hyménomycètes) qui croissent en France, description et iconographie, propriétés utiles ou vénéneuses [Internet]. J. B. Bailliere et fils (Paris); 1878. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=IL8ssez3p9UC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=twopage&q&f=true
369. GILBERT P. Un mycologue: Emile BOUDIER [Internet]. La Société Mycologique de LA ROCHE SUR YON. Disponible sur: http://www.smry.fr/Bulletin/N_13/Mycologue-Boudier.pdf
370. GILBERT EJ. Un esprit - Une œuvre Hubert BOURDOT (1861-1937). In: Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France [Internet]. V. Collot (Épinal); 1939. p. p.p. 137-158. (55). Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3209747p/f147.item>
371. GHORRI S. Cours: les microorganismes eucaryotes - Chapitre 1: les champignons [Internet]. Faculté des sciences de la nature et de la vie; Disponible sur: <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/bapp/2019/microorganismes%20eucaryotes.pdf>
372. GARBAYE J. La symbiose mycorhizienne. Quae. 2013.
373. Galloway DJ. Erik Acharius and his influence on English lichenology. In: Bulletin of the British Museum (Natural History) [Internet]. London: British Museum (Natural History); 1988. p. 149-94. (18). Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/journals/lichenologist/article/abs/erik-acharius-and-his-influence-on-english-lichenology-by-david-j-galloway-bulletin-of-the-british-museum-natural-history-botany-vol-182-pp-149194-london-british-museum-natural-history-28-july-1988-pp-45-figures-18-isbn-0-565-08020-2-price-880/F96850099C1C21067850426D0E37B634>
374. GALET J. Vers la compréhension des dialogues microbiens dans les écosystèmes du sol: étude de l'interaction entre Streptomyces et Pseudomonas [Internet]. Université de Lorraine; 2014. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01751378/document>
375. FRIES EM. Hymenomycetes Europaei sive Epicriseos systematis mycologici [Internet]. E. Berling (Upsaliae); 1874. 759 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k974745.image>
376. FRIES EM. Systema mycologicum [Internet]. Vol. 3. sumptibus E. Maurittii; 1829. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=NGQ5AQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
377. FRIES EM. Systema mycologicum [Internet]. Vol. 2. Ex officina Berlingian; 1823. Disponible sur: https://books.google.sn/books?id=Ne6WMJczHkwC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false
378. FRIES EM. Systema mycologicum [Internet]. Vol. 1. ex officina berlingiana (Lundae); 1821. 736 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k973381.image>
379. FRIES E. Observationes mycologicae [Internet]. Havniae, sumptibus G. Bonnierii. Vol. 1 (1815). 1815. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/196594#page/7/mode/1up>
380. Fries Elias. Observationes mycologicae [Internet]. Vol. v.2 (1818). Havniae, sumptibus G. Bonnierii, 1815-1818; 1818. 406 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/196553>
381. FRANCOIS M, HUSSER B. PAULET Jean-Jacques [Internet]. Comité des travaux historiques et scientifiques; Disponible sur: <https://cths.fr/an/savant.php?id=107754>
382. FRANCOIS M. QUELET Lucien. In: Comité des travaux historiques et scientifiques [Internet]. CTHS-La France savante.; 2010. Disponible sur: <https://cths.fr/an/savant.php?id=103248>
383. FRANCOIS M. BOUDIER Jean Louis Émile. In: Comité des travaux historiques et scientifique [Internet]. CTHS-La France savante.; 2010. Disponible sur: <https://cths.fr/an/savant.php?id=102827#>
384. FRAITURE A, OTTO P. Distribution, ecology et status of 51 macromycetes in Europe - Results of the ECCF Mapping Programme. Botanic Garden Meise. 2015. 247 p.
385. FORTERRER P. Archéobactéries ou Archées. In: UNIVERSALIS [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/archeobacteries-archees/>
386. FAUSTI D. L'EREDITÀ DI PLINIO NEI " DISCORSI " DI P. A. MATTIOLI. Dipartimento di Studi Classici;
387. EYSSARTIER G, ROUX P. Le guide des champignons - France et Europe. 4ème édition. Belin; 2017. 1151 p.
388. EYSSARTIER G, ROUX P. Le guide des champignons France et Europe. Belin.

389. EYSSARTIER G. Champignons - Tout ce qu'il faut savoir en mycologie. Belin; 2018. 303 p.
390. EuropeAid Unité E6. Les Conventions internationales de Rio sur l'environnement et les Marqueurs Rio. 2010 sept.
391. ELISSALDE-VIDEMENT L, HORELLOU A, HUMBERT G, MORET J. Guide méthodologique sur la modernisation de l'inventaire des zones naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique. Paris; 2004 p. 73. (Patrimoines Naturels . Muséum National d'Histoire Naturelle).
392. ECCF. Fiches descriptives des champignons menacés d'Europe susceptibles de figurer à l'Annexe I de la Convention [Internet]. Strasbourg: Comité permanent Convention de Berne; 2001 juin. Disponible sur: <https://rm.coe.int/1680746634>
393. eaufrance. Zones vulnérables - Métropole [Internet]. geo.data.gouv.fr. Disponible sur: <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/11ba3cbd980e1f0307e089054a9f91548ec40912>
394. DURRIEU G. La classification des champignons. La lettre de la SMF [Internet]. mars 2005;(6). Disponible sur: <https://www.mycofrance.fr/wp-content/uploads/2015/05/Lettre-06-mars-2005.pdf>
395. DURRIEU, CHAUMETON. Les champignons en danger. Société Mycologique de France. 1992;108(1).
396. DUPONNOIS R, M BA A, PRIN Y, BAUDOIN E, GALIANA A, DREYFUS B. Les champignons mycorhiziens : une composante majeure dans les processus biologiques régissant la stabilité et la productivité des écosystèmes forestiers tropicaux. In: Le projet majeur africain de la Grande Muraille Verte : concepts et mise en oeuvre. irdéditions éd. 2010. p. 421-40.
397. DROUIN JM. Raison et imagination dans la physiologie végétale au siècle des Lumières. Archives des Sciences. sept 2010;177-84.
398. DRAPIER N. Biodiversité : tout savoir sur les réserves biologiques [Internet]. ONF. Disponible sur: <https://www.onf.fr/onf/+a3a::les-reserves-biologiques-des-espaces-protoges-dexception.html>
399. DOSTE E. Etude mycologique en forêt domaniale du Haut-Juré près de Bar-le-Duc (Meuse): analyse inventoriale, patrimoniale et risques toxicologiques [Internet] [Sciences pharmaceutiques]. Université de Lorraine; 2004. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734061/document>
400. DORST J. Notice nécrologique sur Roger HEIM. C R Académie des Sciences de Paris. 1980;290:pp 120-127.
401. DORST J. HEIM Roger (1900-1979). In: Universalis [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/roger-heim/>
402. DIOSCORIDE. De Materia medica. 50 ap. J.-C.
403. Direction territoriale Grand Est. Rapport d'activité 2021 - Direction territoriale du Grand Est. ONF; 2022 juin.
404. DILLENII JoJac. Catalogus plantarum sponte circa Gissam Nascentium [Internet]. 1719. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=0cA_jHjRoLIC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
405. DEVEAU A, GARBAYE J, FREY-KLETT P. Des bactéries à le rescousse des champignons symbiotiques. BIOFUTUR. janv 2008;(284):22-5.
406. DESPRES J. Le tour du monde des champignons en 60 tableaux [Internet]. Les Presses de l'Université de Montréal; Disponible sur: <https://storage.googleapis.com/cantookhub-media-enqc/bc/7ea9ca8eed4c457b489884fa8207d3db5db076.pdf>
407. Département des Vosges. Les pelouses calcaires [Internet]. Espaces Naturels Sensibles. Disponible sur: <https://espacesnaturels.vosges.fr/les-ens/les-differents-milieux/les-pelouses-calcaires>
408. Dechaume JP. Melanogaster broomeanus Berkeley (1843) [Internet]. MycoDB. 2009. Disponible sur: <https://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Melanogaster&espece=broomeanus>
409. DEACON J. Fungal Biology.
410. De Queiroz K. Species Concepts and Species Delimitation. Systematic Biology. 1 déc 2007;56(6):879-86.
411. DE QUEIROZ K. Species Concepts and Species Delimitation [Internet]. 2007. Disponible sur: <https://academic.oup.com/view-large/112728239>
412. DAUTA J. LIEGE, botanique. In: Universalis [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/liege-botanique/>
413. DARLU P, TASSY P. La reconstruction phylogénétique - Concepts et méthodes. 1993.
414. DARIMONT F. Recherches mycologiques dans les forêts de Haute Belgique. Essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. In: Bulletin de la Classe des sciences [Internet]. Bruxelles, Institut Royal des Sciences Naturelles de

- Belgique; 1976. p. p.275. (170; vol. 62). Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/barb_0001-4141_1976_num_62_1_58081_t1_0235_0000_1?q=darimont+
415. DARIMONT F. Recherches mycosociologiques dans les forêts de Haute Belgique: essai sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. 1975;
 416. DANGIEN B. Fonge et flore déterminantes des forêts subnaturelles des Vosges lorraines. Société Lorraine de Mycologie. juin 2001;(2):17-22.
 417. DAI YCh, CUI BK. Fomitiporia ellipsoidea has the largest fruiting body among the fungi. Fungal biology. sept 2011;115(9):813-4.
 418. CROUAN PL, CROUAN HM. Ascobolus Cookei Crm. et Ascobolus Persoonii Crm. - Florule du Finistère - Pl. suppl. p.342 [Internet]. 1867. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/43942#page/342/mode/2up>
 419. CROUAN PL, CROUAN HM. Florule du Finistère. [Internet]. Paris, F. Klincksieck; [etc. etc.], 1867; 1867. 352 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/43942>
 420. CROUAN PL, CROUAN HM. Note sur neuf Ascobolus nouveaux. In: Annales des sciences naturelles [Internet]. Paris, Fortin, Masson, 1834-1937; 1858. p. pp.193-199. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/part/246716>
 421. CRAINE AG. WOESE CARL (1928-2012). In: UNIVERSALIS [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/carl-woese/>
 422. COURTIEU Y. Conférence annuelle des Fédérations et Associations Mycologiques [Internet]. 09/2022: Fédération Mycologique et Botanique Dauphiné-Savoie; Disponible sur: <http://www.mycofrance.fr/wp-content/uploads/2022/11/CR-CAFAM-2022.docx.pdf>
 423. COURTECUISSÉ R. La mycologie environnementale. La feuille et l'hyphe [Internet]. févr 2014;(2). Disponible sur: <https://www.onf.fr/+1ef::la-feuille-lhyphe-no2.html>
 424. COURTECUISSÉ R. Les champignons et leurs caractères majeurs. 2006.
 425. COURTECUISSÉ R. Interprétation des inventaires. Département de Botanique présenté à; Lille.
 426. COURRIER R. Notice sur la vie et les travaux de RENE MAIRE. Ac des Sc. III(17):116-64.
 427. CORRIOL G. Les descriptions écologiques en mycologie. Bull Soc mycol Fr. 2003;119(3-4):297-324.
 428. CORRIOL G. Pelouses calcaires sèches à Brome dressé (Mesobromion et Xerobromion) [Internet]. Institut pour le Développement Forestier; 2001. Disponible sur: http://www.donnees.centre.developpement-durable.gouv.fr/Fiches_habitats/Pelouses_calcaires_seches_brome.pdf
 429. CORDA AKJ. A. Coprinus - Icones fungorum hucusque cognitorum - Tab.8 - Fig 120-121 [Internet]. 1837. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=pMILAAAacAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
 430. CORDA ACJ. Icones fungorum hucusque cognitorum, Volume 1 [Internet]. Vol. 1. J. G. Calve, 1837; 1837. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=pMILAAAacAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 431. COOKE MC. Mycographia, seu icones fungorum, Figures of fungi from all parts of the world [Internet]. Vol. 1. Williams and Norgate, 1879; 1879. 267 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=HGQDAAAQAQAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 432. COOKE MC. Handbook of British fungi, with full descriptions of all the species, and illustrations of the genera [Internet]. Vol. 1. London, Macmillan and co, 1871; 1871. 520 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25362>
 433. Cooke MC (Mordecai Cubitt), Masee George. Grevillea [Internet]. Vol. v.12 (1883-1884). London, Williams and Norgate, 1872-1894; 1883. 130 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/188030>
 434. Cooke MC (Mordecai Cubitt), Edinburgh RC of P of. Introduction to the study of fungi: their organography, classification and distribution, for the use of collectors [Internet]. London, A. and C. Black, 1895; 380 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/180290>
 435. Commissaria général au développement durable. Les dispositifs français de protection des espaces naturels [Internet]. 05/2019; Disponible sur: <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/biodiversite/les-mesures-de-protection-et-de-restauration-de-la-biodiversite-ressources/article/les-dispositifs-francais-de-protection-des-espaces-naturels>
 436. Comité français de l'UICN. La liste rouge mondiale [Internet]. Disponible sur: <https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/>


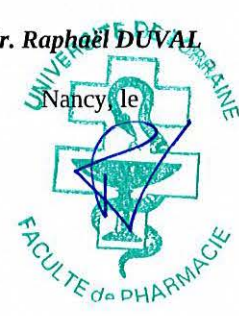


437. Collectif Régional Biodiversité en Grand Est. Panorama et chiffres clé 2020 - Biodiversité régionale. Observatoire Grand Est de la Biodiversité; 2020.
438. CLUSIUS. Fungorum in Pannoniis observatorum brevia historia [Internet]. Antverpiae-J. Moretus. 1601. Disponible sur: <https://archive.org/details/mobot31753000810538/page/22/mode/1up?view=theater>
439. CHEVASSUS-AU-LOUIS B. Un nouveau regard sur la diversité du vivant. RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT [Internet]. 2006;(44). Disponible sur: <https://www.anales.org/re/2006/re44/Chevassus.pdf>
440. CHARMANTIER I. Carl Linnaeus and the visual representation of nature. *Hist Stud Nat Sci* . 2011;41:365-404.
441. Chamagne-Rollier B. La collection de moulages de champignons de Jean-Baptiste Barla. *La Lettre de l'OCIM* [Internet]. juin 2014;153. Disponible sur: <https://journals.openedition.org/ocim/1381>
442. CECCALDI JB. disco-operculés et disco-inoperculés [Internet]. 2018. Disponible sur: <https://cemamycologiefr.wordpress.com/2018/02/17/ascomycota/>
443. CAYROL JC, Djian-Caporalino C, Panchaud-Mattei E. la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. *Courrier de la cellule environnement de l'INRA*. 17:31-43.
444. CASTEX J, POMPILI B, ABBA B. Décret n° 2021-1611 du 10 décembre 2021 portant classement de la réserve intégrale forestière d'Arc-Châteauvillain dans le cœur du parc national de forêts [Internet]. *LégiFrance*. 2021. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044469145#:~:text=Le%20classement%20en%20r%C3%A9serve%20int%C3%A9grale,des%20%C3%A9cosyst%C3%A8mes%20forestiers%20qui%20le>
445. CARTERET X, Hamonou-Mahieu A. Les dessins de champignons de Claude Aubriet [Internet]. Disponible sur: <https://books.openedition.org/mnhn/4939>
446. CAPELLANO A, KÜHNER R. Architecture de la paroi sporidique des Volvariaceés (Basidiomycètes - Agaricales) en microscopie photonique et électronique. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*. 1975;44(1):4-21.
447. CALMAN WT. *Caroli Linnaei Systema Naturae*. *Nature*. 1 août 1939;144(3641):269-269.
448. CAILLER M, VADAM JC. Macromycètes déterminants et unités phytosociologiques en Franche-Comté (France) Applications aux habitats forestiers et préforestiers. *Bull Soc mycol Fr*. 2009;125(3-4):213-35.
449. C. MC. *British Fungi*. *Nature*. 1 juin 1886;34(866):97-8.
450. BULLIARD P. Histoire des champignons de la France: ou, Traité élémentaire [Internet]. Vol. 2. Leblanc; 1809. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=VAYWAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
451. BULLIARD P. Histoire des champignons de la France, ou traité élémentaire. [Internet]. Vol. 1. Imprimerie de la Société typographique (Paris); 1791. 424 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9771590w/f11.item.texteImage>
452. BUEE M, MAURICE JP, ZELLER B, ANDRIANARISOA S, RANGER J, COURTECUISSE R, et al. Influence of tree species on richness and diversity of epigeous fungal communities in a French temperate forest stand. *Fungal Ecology*. 2010;1-10.
453. BUEE M. Les communautés de champignons du sol au service d'une forêt durable [Internet]. 2022 févr. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=QoeSs0FKaZA>
454. Brummelen J van. The Operculate Ascus and Allied Forms. In: *Ascomycete Systematics* [Internet]. Springer, New York, NY; 1981. p. pp 27-48. Disponible sur: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-5844-5_3#citeas
455. BRESADOLA G. *Iconographia Mycologica* [Internet]. Vol. 1. Mediolani; 1927. 138 p. Disponible sur: [https://www2.muse.it/bresadola/download/iconographia/Bresadola,%20G.%20\(1927\)%20-%20Iconographia%20Mycologica.%20Vol.%2001.pdf](https://www2.muse.it/bresadola/download/iconographia/Bresadola,%20G.%20(1927)%20-%20Iconographia%20Mycologica.%20Vol.%2001.pdf)
456. BRESADOLA G. *Pleurotus columbinus* Qué1. n.sp. [Internet]. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=HhPOXCssTbcC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
457. BRESADOLA G. *Amanita muscaria* L. [Internet]. 1927. Disponible sur: [https://www2.muse.it/bresadola/download/iconographia/Bresadola,%20G.%20\(1927\)%20-%20Iconographia%20Mycologica.%20Vol.%2001.pdf](https://www2.muse.it/bresadola/download/iconographia/Bresadola,%20G.%20(1927)%20-%20Iconographia%20Mycologica.%20Vol.%2001.pdf)
458. BRESADOLA G. New Species of Fungi. In: *Mycologia*. Taylor & Francis; 1925. p. 68-77. (17).
459. BRESADOLA G. Fungi Tridentini novi, vel nondum delineati, descripti, et iconibus illustrati [Internet]. Vol. 1. J. B. Monauni; 1881. 114 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=HhPOXCssTbcC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true

460. BRACK A. Génération spontanée (repères chronologiques). In. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/generation-spontanee-reperes-chronologiques/>
461. BOUDIER E. Histoire et classification des discomycètes d'Europe: description des genres avec indication des espèces, historique, localités et époques de récolte, organographie, partie chimique, usages, etc. [Internet]. P. Klincksieck (Paris); 1907. 242 p. Disponible sur: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6363568t/f205.item.texteImage.zoom>
462. BOUDIER E. Icones mycologicæ, ou Iconographie des champignons de France principalement Discomycetes [Internet]. Vol. 1. Paris, P. Klincksieck, L. Lhomme, successeur, 1905-10; 1905. 412 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/105016#page/9/mode/1up>
463. BOTTON B, GUILLAUMIN JJ, LE TACON F. Origine et phylogénie des champignons. Bull Soc mycol Fr. 2011;127(1-2):55-80.
464. BORGARINO D, CAMBEROQUE N. Champignons. Les carnets du scarabée - Tana Editions; 2022. 134 p.
465. BONTHOUX G. Ethno-mycologie [Internet]. 2014 mars. Disponible sur: <http://champignon38.asso-seyssinet-pariset.fr/wp-content/uploads/2014/03/Ethno-mycologie-Seyssinet-20-03-2014.pdf>
466. BONORDEN HF. Handbuch der allgemeinen Mykologie als Anleitung zum Studium derselben, nebst speciellen beiträgen zur vervollkommnung dieses zweiges der naturkunde [Internet]. Vol. 1. Stuttgart; 1851. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=-j0-AAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
467. BON M. Lactaires - Champignons de France et d'Europe occidentale - p.80-81 [Internet]. 2004. Disponible sur: <https://fliphtml5.com/hbyd/xtao/basic/>
468. BON M. Amanita - Champignons de France et d'Europe occidentale - p.296-297 [Internet]. 2004. Disponible sur: <https://fliphtml5.com/hbyd/xtao/basic/>
469. BON M. Champignons de France et d'Europe occidentale [Internet]. Flammarion; 204apr. J.-C. 372 p. Disponible sur: <https://fliphtml5.com/hbyd/xtao/basic/>
470. BOLTON J. An history of fungusses, growing about Halifax [Internet]. Vol. v.3-4 (1789-1791). Huddersfield, Eng.; 1789. 320 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25414>
471. BOLTON J. An History of Fungusses growing about Halifax [Internet]. Vol. v.1-2 (1788). Huddersfield, Eng; 1788. 334 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/25501#page/7/mode/1up>
472. BOLTON J. Icons fungorum circa Halifax sponte Nascentium [Internet]. Vol. v.1 (1784). 1784. 198 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/268412>
473. BOIDIN J, GILLES G, DUHEM B. Contribution à la connaissance des espèces d'Aphanobasidium Jülich subgenus Aphanobasidium (Basidiomycètes, Aphylophorales). In: Cryptogamie, Mycologie [Internet]. 2004. p. pp.29-41. (25). Disponible sur: <https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/cryptogamie-mycologie2004v25f1a4.pdf>
474. BOIDIN J, FIOL JB, PONCET S. Levures - Morphologie, cytologie et reproduction. In: UNIVERSALIS [Internet]. Disponible sur: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/levures/1-morphologie-cytologie-et-reproduction/>
475. BOIDIN J. Robert Khüner (15 mars 1903 - 27 février 1996). Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon. 1996;65(8):244-5.
476. BISSARDON M, GUIBAL L. CORINE biotopes [Internet]. Disponible sur: https://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Corine_biotopes_1997_cle7111a6.pdf
477. BIACHE C. Guide technique Vieux bois et bois mort [Internet]. ONF; 2017 p. 102. Disponible sur: https://www.onf.fr/outils/ressources/a33148da-d258-4811-a9d4-edb8ef20b4e5/++versions++/3/++paras++/3/++ass++/2/++i18n++data:fr?_=1564584560.707884&download=1
478. BERKELEY MJ, BROOME CE. Annals and magazine of Natural History. XXXV— Notices of British Fungi. 1854;13(77):396-407.
479. BERKELEY MJ. Plate 5 - Basidiomycètes - Outlines of British fungology [Internet]. 1860. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/78151#page/564/mode/2up>
480. BERKELEY MJ. Outlines of British fungology; containing characters of above a thousand species of Fungi, and a complete list of all that have been described as natives of the British Isles [Internet]. London, L. Reeve, 1860; 1860. 582 p. Disponible sur: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/78151>
481. Berkeley MJ (Miles Joseph), Broome CE (Christopher Edmund). XXXV.— Notices of British Fungi. The Annals and magazine of natural history; zoology, botany, and geology. 1854;13:396-407.

482. BELLANGER JM. Concepts d'espèce en mycologie à l'ère phylogénétique. CEFÉ-CNRS.
483. Becker G. De la spécification en mycologie. Publications de la Société Linnéenne de Lyon. 1957;26(9):259-61.
484. BATSCH AJGK. *Peziza convivalis* Mich. [Internet]. 1783. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=m5CyQEACAAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
485. BATSCH AJGK. *Elenchus fungorum* [Internet]. Vol. 1. 1783. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=m5CyQEACAAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
486. BARLA JB. Flore mycologique illustrée: les champignons des Alpes-Maritimes [Internet]. A. Gilletta, 1888; 1888. 80 p. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=1hg1AQAAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
487. BARLA JB. Les Champignons de la Province de Nice [Internet]. Canis Frères; 1859. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=yBBDPufzTwC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
488. BANGE C. La réception de la nomenclature binominale et la diffusion du linnéisme en France au XVIIIe siècle. Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon. avr 217apr. J.-C.;86(3-4):75-95.
489. Anne. Les Ronds de Sorcière [Internet]. Quête spirituelle à Grenoble. 2022. Disponible sur: <https://www.luminessens.org/post/les-ronds-de-sorci%C3%A8re>
490. ANGELI P, TULLI M. Quelques étapes importantes dans l'histoire de la mycologie. In: Monaco Nature Encyclopedia [Internet]. (Discover the biodiversity; vol. Fungi). Disponible sur: <https://www.monaconatureencyclopedia.com/fungi/?lang=fr>
491. ANDREA JP. Laricifomes Officinalis. Disponible sur: <https://ethnomycologie.photo.blog/laricifomes-officinalis/>
492. ANDRADE EN da C. Robert Hooke, 1635–1703. Nature. 1 févr 1953;171(4348):365-7.
493. AMRANI K. Flore d'Afrique du Nord: l'œuvre pionnière de René Maire #MissionBotanique [Internet]. Tela Botanica. 2018. Disponible sur: <https://www.tela-botanica.org/2018/11/flore-dafrique-du-nord-loeuvre-pionnier-de-rene-maire-missionbotanique/>
494. AINSWORTH GC. Introduction to the History of Mycology [Internet]. Cambridge University Press. 1976. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=3R09AAAIAAJ&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
495. AINSWORTH GC. Christiaan Hendrik Persoon (1761–1836). Nature. 1 janv 1962;193(4810):22-3.
496. AGERER R. 11. *Cenococcum geophilum* - Colour Atlas of Ectomycorrhizae, Part 2. 1987.
497. ACHARIUS E. *Lichenographiae svecicae prodromus*. Lincopiae, D.G. Björn; 1798. 310 p.
498. Aaronson S. Fungi. In: Kiple KF, Ornelas KC, éditeurs. The Cambridge World History of Food [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 2000. p. 313-35. Disponible sur: <https://www.cambridge.org/core/books/cambridge-world-history-of-food/fungi/BB3078B403D428F4A2C571CD3AB3808B>

DEMANDE D'IMPRIMATUR

Date de soutenance : 08/03/2023

<p>DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE</p> <p>présenté par : LEFEBVRE Chloé.</p> <p><u>Sujet</u> : Apports historiques des mycologues à la connaissance de la taxinomie de la mycoflore</p> <p><u>Jury</u> :</p> <p>Président : Julien Perrin, Mcu-ph HDR. Directeur : Jean-Paul Maurice, Pharmacien mycologue conseiller scientifique régional du patrimoine naturel du Grand-Est. Co-directeur : Julien Perrin, Mcu-ph HDR. Juges : Julien Gravoulet, Pharmacien enseignant-chercheur. Marc Buee, Directeur de recherche INRAE. Barbara Friedrich, Pharmacien.</p>	<p>Vu,</p> <p>Directeur de thèse : Jean-Paul Maurice, visa de validation le 03/02/2023.</p> <p>Président de jury : Julien Perrin, visa de validation le 03/02/2023.</p> <p>Référent des thèses d'exercice, visa de validation le 06/02/2023.</p>
<p>Vu et approuvé,</p> <p>Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine,</p> <p>Pr. Raphaël DUVAL Nancy, le</p>  	<p>Vu,</p> <p>La Présidente de l'Université de Lorraine,</p> <p>Hélène BOULANGER Nancy, le</p>   <p>N° d'enregistrement : 12865 C</p>

