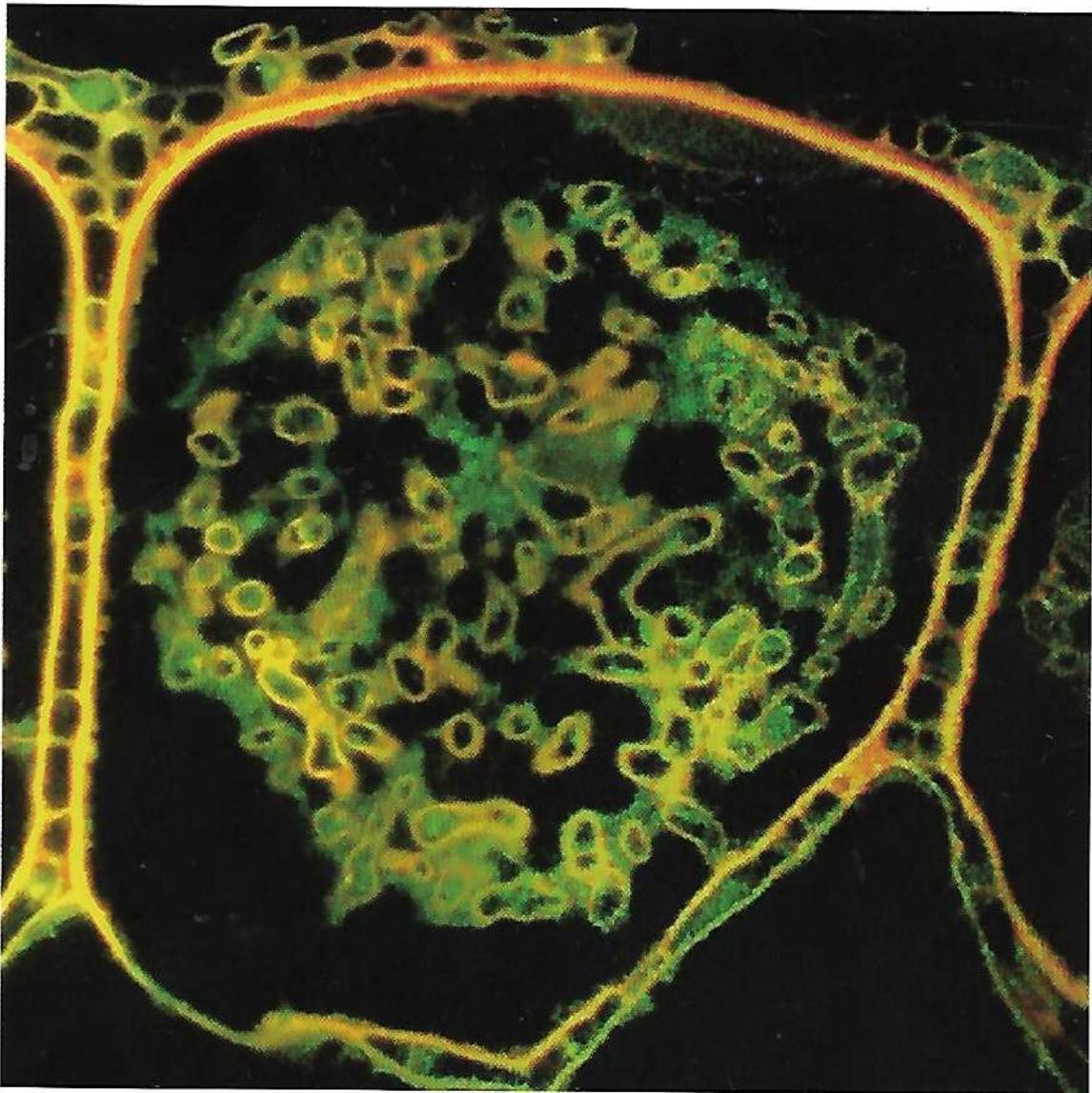


Synthèses

La symbiose mycorhizienne

Une association entre les plantes
et les champignons

Jean Garbaye



éditions
Quæ

À de rares exceptions près, les plantes vertes terrestres vivent en symbiose — c'est-à-dire en association intime, durable et à bénéfice mutuel — avec des champignons liés aux racines sous la forme d'organes mixtes appelés mycorhizes.

Bien connue depuis la fin du XIX^e siècle dans les milieux scientifiques, en particulier grâce aux découvertes décisives de chercheurs français, la symbiose mycorhizienne, qui fait actuellement l'objet de recherches très actives dans le monde entier comme en témoigne une abondante littérature en langue anglaise, a paradoxalement été négligée en France dans l'enseignement de la biologie et des disciplines agronomiques. Le public, même averti, ignore que les végétaux sont des entités composites dont nombre de performances sont dues à leurs associés fongiques, et rares sont les professionnels des productions végétales qui intègrent ce fait biologique majeur dans leurs prises de décision. Or le virage actuel que prend l'agriculture des pays développés, y compris la France, vers une agriculture avec moins d'intrants impose de mobiliser toutes les connaissances pour inventer de nouvelles techniques plus respectueuses de l'environnement : la maîtrise de la symbiose mycorhizienne en fait partie.

Première synthèse approfondie et exhaustive en français sur le sujet, cet ouvrage présente les découvertes fondamentales les plus récentes et leurs applications pratiques en agronomie, horticulture, sylviculture et conservation des espaces naturels. La symbiose mycorhizienne est traitée de façon accessible à tous selon trois points de vue complémentaires : celui du naturaliste (diversité et typologie des symbioses mycorhiziennes), celui du biologiste (aspects fonctionnels, écologiques et évolutifs) et enfin celui de l'agronome (techniques pour maîtriser l'effet mycorhize).

Ce livre s'adresse, aux enseignants de tous niveaux, ainsi qu'aux ingénieurs, techniciens et étudiants en agronomie.

Jean Garbaye est chercheur à l'Institut national de la recherche agronomique de Nancy. Il travaille depuis plus de trente ans sur le rôle de la symbiose mycorhizienne dans les écosystèmes forestiers et sur ses applications pratiques en sylviculture. Auteur de nombreux articles dans des revues scientifiques internationales et des revues techniques destinées aux professionnels de l'horticulture et de la sylviculture, il a contribué à faire connaître les mycorhizes au public français.

En couverture : peloton formé par un champignon occupant l'intérieur d'une cellule de racine et vivant en symbiose avec la plante qui l'héberge (photo in Peterson et al., 2006).

éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irstea
www.quae.com

35 €

ISBN : 978-2-7592-1963-6



ISSN : 1777-4624
Réf. : 02402

Table des matières

Préface	VII
Avant-propos	5
Remerciements	7
Introduction	9
Origine du concept	9
Les plantes et les champignons	12
Les racines	16
La symbiose	20
Partie 1. Le point de vue du naturaliste : morphologie, diversité et distribution des différents types de mycorhizes dans le règne végétal	25
Les plus faciles à observer et à étudier : les ectomycorhizes	25
Origine du nom	25
Les plantes à ectomycorhizes	25
Une morphologie racinaire particulière	26
Les champignons ectomycorhiziens	27
Morphologie des ectomycorhizes	30
Une forme de transition : les ectendomycorhizes	33
Les mycorhizes arbutoïdes	34
Les mycorhizes monotropoïdes	35
Les mycorhizes orchidoïdes	37
Les mycorhizes éricoïdes	40
Une énigme : les pseudomycorhizes à endophytes bruns cloisonnés	41
Un type largement dominant : les endomycorhizes arbusculaires	43
Importance et premières descriptions	43
Les plantes à endomycorhizes arbusculaires	44
Les champignons impliqués dans les endomycorhizes arbusculaires	45
Morphologie des endomycorhizes arbusculaires	47
Les symbioses fongiques avec les plantes terrestres primitives	50

La spécificité des associations mycorhiziennes	52
La symbiose mycorhizienne ; l'unité dans la diversité	55
Partie 2. Le point de vue du biologiste : physiologie et écologie de la symbiose mycorhizienne	65
Établissement de la symbiose mycorhizienne	65
Dépendance des plantes vis-à-vis de la symbiose mycorhizienne	68
Fonctionnement de la symbiose mycorhizienne	70
Symétrie de la symbiose	70
Stabilité des structures symbiotiques et durée de la phase fonctionnelle	70
Ce que la plante hôte procure au champignon	72
Exploitation de l'eau du sol	74
Absorption des éléments nutritifs en solution	78
Solubilisation des éléments nutritifs contenus dans les minéraux	80
Solubilisation des éléments nutritifs contenus dans la matière organique	82
Transfert des éléments nutritifs du champignon vers la plante	83
Protection des racines contre les substances toxiques	85
Fourniture de régulateurs de croissance	87
Diversité spécifique et fonctionnelle des communautés de mycorhizes ..	89
Les réseaux mycorhiziens	92
Les mycorhizes et la structure du sol	95
Les plantes sans mycorhizes	96
Rôle de la symbiose mycorhizienne dans la structuration des communautés végétales	99
Des mycorhizes pourvoyeuses de carbone et qui fonctionnent à l'envers	102
Un cas particulier de mycohétérotrophie obligatoire : la germination des graines dépourvues de réserves	105
La symbiose mycorhizienne dans le contexte général de la rhizosphère	106
La microfaune mycophage	106
Les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote	107
Les bactéries libres	108
Les endobactéries : des bactéries à l'intérieur des champignons	110
Les champignons saprotrophes	111
Les pathogènes	113
La symbiose mycorhizienne dans les différents types de biomes terrestres	114

Les mycorhizes et le changement climatique	122
Les bases génétiques et l'évolution de la symbiose mycorhizienne	127
Partie 3. Le point de vue de l'agronome : applications pratiques des connaissances sur la symbiose mycorhizienne	133
La diversité de réponse des plantes à la symbiose comme base de la mycorhization contrôlée	133
Les bases de la sélection de symbiotes efficaces pour améliorer le rendement des cultures	136
Les inoculants mycorhiziens et les techniques d'inoculation	138
Les inoculants endomycorhiziens	139
Les inoculants ectomycorhiziens	142
Conditions d'application	145
Les applications de la mycorhization contrôlée en sylviculture	148
Sylviculture des pays tropicaux	149
Sylviculture des pays tempérés	153
Taillis à courte rotation et bois énergie	157
Les applications en agriculture tropicale	159
Les applications en horticulture	160
Les applications en grande culture intensive	165
Les mycorhizes et le problème du phosphore en agriculture	167
Les mycorhizes, l'agroécologie et l'agriculture biologique	170
Les mycorhizes et la création variétale	171
Les mycorhizes et la phytoremédiation des sols pollués	172
Les mycorhizes et la production de champignons comestibles	174
Les « champignons sylvestres »	174
La mycosylviculture	174
La culture des champignons ectomycorhiziens comestibles : truffes et trufficultures	176
L'affaire Matsutaké	179
Annexe 1. Méthodologie : comment étudie-t-on les mycorhizes ?	183
Les collections d'organismes	183
Les organismes modèles	186
La biologie moléculaire	188
La protéomique	192
L'imagerie microscopique	192
L'isotopie	194
Les bases de données partagées	195

Annexe 2. Travaux pratiques : comment observer les mycorhizes ?	197
Prélèvement des racines	197
Lavage des racines	198
Séparation et conditionnement des racines fines	198
Observation des mycorhizes présentant un manteau fongique	199
Traitement des racines pour visualiser les structures fongiques internes	199
Observation directe des structures fongiques internes	201
Observations sur coupe	202
Quantification de la colonisation mycorhizienne des racines	203
Extraction et observation des spores de Gloméromycètes présentes dans le sol	204
Deux expériences simples pour démontrer l'effet de la symbiose mycorhizienne sur la croissance des plantes	207
Références bibliographiques	213
Travaux pionniers et découverte de la symbiose mycorhizienne	213
Ouvrages généralistes sur la symbiose mycorhizienne	214
Descriptions et illustrations de mycorhizes	214
Fonctionnement des mycorhizes et effets sur les plantes	215
Écologie de la symbiose mycorhizienne	215
Applications pratiques des connaissances sur les mycorhizes	216
Glossaire indexé	219