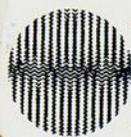


# les maladies des plantes maraîchères

C.M.MESSIAEN

D.BLANCARD F.ROUXEL R.LAFON

DU LABO AU TERRAIN



**INRA**

# **Les maladies des plantes maraîchères**



# Les maladies des plantes maraîchères

3<sup>e</sup> édition

Charles-Marie MESSIAEN, Dominique BLANCARD,  
Francis ROUXEL et Robert LAFON

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
147, rue de l'Université, 75007 Paris

## DU LABO AU TERRAIN

*Ouvrages parus dans la même collection :*

**Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives**

G. RIBA, Christine SILVY  
1989, 230 p.

**Ennemis et maladies des prairies**

G. RAYNAL, J. GONDRAN,  
R. BOURNOVILLE, M. COURTILLOT éd.  
1989, 252 p., 39 pl. couleur

**Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française**

Eléments climatiques et physiologiques  
Coédition INRA-PHM Revue Horticole  
E. BERNINGER  
1990, 208 p.

**Cultures en pots et conteneurs**

Principes agronomiques et applications  
Coédition INRA-PHM Revue Horticole  
F. LEMAIRE, A. DARTIGUES, L.-M. RIVIERE, S. CHARPENTIER  
1990, 184 p.

**Le canard de Barbarie**

B. SAUVEUR, H. de CARVILLE éd.  
1990, 182 p.

**L'escargot *Helix aspersa***

Biologie-élevage  
J.C. BONNET, P. AUPINEL, J.L. VRILLON  
1990, 124 p.

**Les herbicides : mode d'action et principes d'utilisation**

R. SCALLA, éd.  
1991, 464 p.

## EPIGRAPHE

---

*...And agarics, and fungi with mildew and mould  
Started like mist from the wet ground cold  
Pale, fleshy, as if the decaying dead  
With a spirit of growth had been animated...*

*...The Sensitive plant, like one forbid  
Wept, and the tears within each lid  
Of its folded leaves, which together grew,  
Were changed in a blight of frozen glue...*

« *The Sensitive Plant* ». P.B. SHELLEY, 1820

*...Et des agarics, et des champignons, avec du mildiou et de la moisissure  
Jaillirent comme un brouillard de la terre humide et froide  
Pâles, charnus comme si les morts en se décomposant  
Avaient été animés d'un esprit de croissance...*

*...La plante sensitive, comme une exilée  
Pleurait, et les larmes dans chacune des paupières  
De ses feuilles repliées et entrelacées  
Se changeaient en une flétrissure de glu gelée...*



# REMERCIEMENTS

---

Ils iront tout d'abord à la Direction et au Service des Editions de l'INRA, qui ont suscité la réédition et la remise à jour d'un ouvrage déjà désuet. Mais les quatre auteurs mentionnés n'ont pas été les seuls à contribuer à ce nouveau texte. Nous tenons à remercier ici les diverses personnes \*, pour la plupart agents de l'INRA, qui ont participé à l'ouvrage par apport d'informations originales, de documentation, ou par lecture critique de certains paragraphes :

— à l'INRA-Montfavet : **K. GEBRÉ-SELASSIÉ**, **H. LECOQ**, **J.P. LEROUX**, **H. LOT**, **G. MARCHOUX**, **P.M. MOLOT** (Pathologie végétale) ; **H. LATERROT**, **M. PITRAT**, **P. PÉCAUT** (Amélioration des Plantes).

— à l'INRA-Antilles-Guyane : **G. JACQUA**, **P. PAUVERT**, **P. PRIOR**, **A. TORIBIO** (Pathologie végétale) ; **G. ANAÏS**, **G. ANO** (Amélioration des Plantes) ; **M. CLAIRON** (Agronomie).

— à l'INRA-Rennes-Le Rheu : **C. KERLAN**, **A. MIGLIORI**.

— à l'INRA-ENSA Montpellier : **B. ALLIOT**, **A. BEYRIES**, **P. DAVET**, **J.B. QUIOT**, **P. SIGNORET**, **A. VIGOUROUX** (Biologie et Pathologie végétale) ; **F. LECLANT** (Zoologie).

— à la Station INRA-USTL-CNRS de Saint-Christol-lès-Alès : **J. GIANOTTI**.

— à l'INRA-GRISP d'Antibes : **F. BERTAUX**.

— à l'INRA-Dijon : **P. CAMPOROTA**.

— à l'INRA-Angers : **M<sup>me</sup> R. SAMSON**.

— à l'INRA-Versailles : **M<sup>me</sup> M. LEMATTRE**, **J. SCHMIT**, **D. SPIRE** (Pathologie végétale) ; **H. BANNEROT**, **R. COUSIN**, **M<sup>lle</sup> B. MAISONNEUVE** (Amélioration des Plantes).

Sans oublier la participation de **H. MUGNIER** (Rhône-Poulenc Agrochimie) au « Répertoire mycologique ».

---

\* Elles sont citées par ordre alphabétique, les caractères gras indiquant les contributions les plus importantes.



# AVANT-PROPOS

---

Vingt ans séparent cette édition des « Maladies des plantes maraîchères » de la précédente. Que de nouveautés apparues pendant cette période !

Celles qui nous paraissent les plus intéressantes concernent :

- les progrès des méthodes de diagnostic ;
- l'organisation du monde des virus en groupes reposant sur des affinités profondes ;
- les progrès incessants dans l'acquisition des résistances variétales, la meilleure connaissance des stratégies de leur utilisation, le perfectionnement de l'outil génétique (ex. : haplo-diploïdisation).

Cet enthousiasme est cependant entaché d'amertume, en ce qui concerne la lutte chimique contre les maladies cryptogamiques : rien de nouveau concernant les bactéries qui s'adaptent au Cuivre et, à l'horizon, la faillite des fongicides, sinon vis-à-vis de tous les champignons phytopathogènes, mais à l'encontre de certains « outsiders » comme *Botrytis cinerea*. Dans le même temps l'artificialisation des méthodes de culture, en particulier en culture abritée, donne leur chance à des parasites autrefois obscurs, exotiques, ou totalement imprévus, comme le *Penicillium* qui rivalise aujourd'hui avec le *Botrytis* sur Concombres de serre...

Cette situation est d'autant plus inquiétante que l'interdiction des dithiocarbamates — seuls fongicides auxquels les champignons, semble-t-il, ne s'accoutument pas — se profile à l'horizon...

Nous ne blâmons certes pas l'acharnement et le sérieux avec lequel les spécialistes phytosanitaires, qu'ils soient officiels ou privés, expérimentent nouvelles matières actives, formulations ou mélanges. Nous nous réjouissons de l'intérêt, plus marqué qu'il y a 20 ans, qu'ils manifestent (législation oblige) pour les plantes maraîchères.

Mais ne serait-il pas temps de consacrer au moins autant de temps et de dévouement à l'étude de solutions alternatives ?

Pourquoi le cacher ? C'est aux maraîchers « biologiques » que vont notre plus grande sympathie et notre déception de ne pouvoir mieux les aider, compte tenu de nos connaissances actuellement fragmentaires sur la lutte biologique contre les maladies des plantes.

Ils nous déçoivent cependant un peu aujourd'hui, en tolérant l'usage du Cuivre — hérésie écologique majeure à long terme — sans doute corrélative

à une certaine perte de foi dans les vertus « assainissantes » de leurs méthodes.

— Comment, avec des moyens simples et peu coûteux, grâce à des amendements organiques obtenus sur l'exploitation même, ou à partir de déchets sans valeur, favoriser au maximum une flore antagoniste efficace dans le sol ?

— Vaut-il mieux compter sur les *Trichoderma* en sol acide, sur les Actinomycètes et les *Pseudomonas* fluorescents en sol calcaire ?

— Peut-on espérer un effet systémique ascendant de cette flore antagoniste qui, conjugué avec des résistances partielles du végétal, soit efficace vis-à-vis des maladies des organes aériens des plantes ?

— Existe-il vraiment des extraits de plantes terrestres ou marines, fermentés ou non, utilisables en pulvérisation contre les maladies ?

Autant de questions auxquelles il vaudrait la peine de consacrer un effort de recherche, et auxquelles nous formons le vœu qu'une quatrième édition — dans dix ans, dans vingt ans ? — pourra apporter des réponses, donnant ainsi, pour la pathologie végétale, des bases scientifiques à un véritable maraîchage biologique.

C.M. MESSIAEN - Avril 1990

(Cet avant-propos n'engage que son auteur, et non tous les auteurs de l'ouvrage...)

# SOMMAIRE

---

<b>CHAPITRE I. Le diagnostic</b> .....	15
Maladies non parasitaires .....	15
Champignons .....	16
Bactéries .....	46
Mycoplasmes .....	51
Virus .....	52
Nématodes .....	66
Les dégâts d'Acariens pouvant prêter à confusion avec les mala- dies .....	70
Pratique de la détermination des maladies .....	71
Bibliographie .....	81
<b>CHAPITRE II. Les méthodes de lutte</b> .....	85
Les 4 orientations principales .....	85
Lutte contre les maladies d'origine tellurique .....	86
Lutte contre les maladies cryptogamiques à propagation aérienne .....	102
Lutte contre les virus et mycoplasmes .....	116
La sélection sanitaire .....	121
La résistance variétale .....	126
Annexe 1. Le contrôle des produits antiparasitaires à usage agri- cole .....	131
Annexe 2. Tolérances en résidus de fongicides dans les légumes, autorisées en France, dans les pays de la CEE et en Suisse .....	134
Bibliographie .....	136
<b>CHAPITRE III. Maladies de la Tomate, de l'Aubergine et du Poivron</b> .....	141
Aspects physiologiques et génétiques .....	141
Maladies des semis et des jeunes plants .....	142
Maladies sévissant après le repiquage, provoquées par des para- sites telluriques .....	144
Maladies bactériennes .....	161
Mycoses des feuilles, tiges et fruits .....	167
Maladies à virus .....	183
Maladies dues à des mycoplasmes .....	195
Dégâts d'animaux pouvant être confondus avec des maladies .....	197
Maladies non parasitaires .....	198
Conseils généraux pour la protection des cultures .....	202
Bibliographie .....	207

<b>CHAPITRE IV. Maladies des Cucurbitacées</b> . . . . .	215
Maladies provoquées par des microorganismes du sol . . . . .	215
Champignons attaquant plus particulièrement les tiges . . . . .	225
Maladies cryptogamiques du feuillage et des fruits . . . . .	228
Virus des Cucurbitacées . . . . .	242
Dégâts pouvant prêter à confusion avec les maladies, symptômes non parasitaires . . . . .	250
Organisation de la protection phytosanitaire . . . . .	253
Bibliographie . . . . .	256
<b>CHAPITRE V. Maladies du Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) et d'autres Phaséolinées</b> . . . . .	261
Maladies provoquées par des champignons du sol . . . . .	262
Nématodes . . . . .	266
Maladies transmises par les semences, attaquant les plantules, les feuilles et les gousses . . . . .	266
Autres maladies spécifiques du feuillage et des gousses . . . . .	273
Envahisseurs non spécifiques du feuillage et des gousses : <i>Sclerotinia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Choanephora</i> et <i>Rhizoctone</i> foliaire . . . . .	277
Pourriture des haricots verts après récolte . . . . .	279
Maladies à virus . . . . .	279
Accidents et symptômes non parasitaires . . . . .	284
Maladies sur d'autres Phaséolinées . . . . .	284
Bibliographie . . . . .	287
<b>CHAPITRE VI. Maladies du Pois et de la Fève</b> . . . . .	291
Maladies provoquées par des parasites telluriques . . . . .	291
Maladies perpétuées par les semences ou les débris de culture, attaquant plantules, tiges, feuilles et gousses . . . . .	294
Maladies diverses du feuillage . . . . .	299
Attaques de <i>Sclerotinia</i> et de <i>Botrytis</i> sur Pois . . . . .	301
Maladies à virus de la Fève et du Pois . . . . .	301
Symptômes non parasitaires . . . . .	304
Bibliographie . . . . .	305
<b>CHAPITRE VII. Maladies du Céleri et du Persil</b> . . . . .	307
Maladies provoquées par des parasites telluriques . . . . .	307
Maladies bactériennes . . . . .	310
Maladies cryptogamiques du feuillage, pouvant également concerner le collet des plantes . . . . .	311
Virus et mycoplasmes . . . . .	316

Maladies non parasitaires . . . . .	318
Bibliographie . . . . .	320
<b>CHAPITRE VIII. Maladies de la Carotte et du Fenouil de Florence . . . . .</b>	<b>323</b>
Fontes de semis sur Carotte et symptômes sur jeunes plantes . . .	323
Les maladies des racines de Carotte . . . . .	324
Pourritures de racines en cours de conservation et de transport . .	332
Maladies foliaires de la Carotte . . . . .	334
Virus et mycoplasmes sur Carotte . . . . .	338
Désordres physiologiques ou d'origine encore inconnue . . . . .	339
Organisation générale de la protection phytosanitaire sur Carotte	339
Maladies du Fenouil de Florence . . . . .	340
Bibliographie . . . . .	342
<b>CHAPITRE IX. Maladies des Allium . . . . .</b>	<b>347</b>
Rappel de notions botaniques et physiologiques . . . . .	347
Parasites attaquant les plantules . . . . .	350
Parasites telluriques attaquant les plantes en végétation et les bulbes dans le sol . . . . .	351
Bactérioses . . . . .	364
Maladies cytogamiques des feuilles et des gaines, pouvant éven- tuellement contaminer les bulbes . . . . .	365
Conservation des bulbes : physiologie, champignons, acariens . . .	374
Virus et mycoplasmes sur <i>Allium</i> . . . . .	378
Maladies non parasitaires . . . . .	383
Bibliographie . . . . .	385
<b>CHAPITRE X. Maladies de l'Asperge . . . . .</b>	<b>391</b>
Maladies provoquées par des champignons du sol . . . . .	391
Maladies des tiges et du « feuillage » . . . . .	397
Maladies à virus . . . . .	399
Synthèse générale et vues d'avenir . . . . .	400
Bibliographie . . . . .	401
<b>CHAPITRE XI. Maladies des Crucifères . . . . .</b>	<b>403</b>
Maladies provoquées par des champignons du sol . . . . .	405
Dégâts de nématodes . . . . .	417
Maladies bactériennes des Crucifères . . . . .	417
Maladies foliaires dues à des champignons pouvant parfois atta- quer les plantules, les tiges et les pommes . . . . .	420
Maladies à virus des Crucifères . . . . .	428
Maladies non parasitaires . . . . .	432

Orientation générale de la lutte contre les maladies des Crucifères	434
Bibliographie	436
<b>CHAPITRE XII. Maladies de la Betterave rouge, de la côte de Blette et des Épinards</b>	441
Maladies provoquées par des champignons du sol	441
Dégâts de nématodes	443
Maladies bactériennes	444
Maladies cryptogamiques du feuillage	444
Virus de la Betterave et de l'Épinard	451
Symptômes non parasitaires	455
Maladies de la Baselle et des Amarantes-épinards	456
Bibliographie	458
<b>CHAPITRE XIII. Maladies de la Laitue, des Chicorées et de la Mâche</b>	461
<i>Maladies des Laitues et Chicorées scaroles et frisées</i>	461
– Problème des résidus de pesticides	461
– Maladies d'origine tellurique ou sévissant à la surface du sol	462
– Maladies cryptogamiques à propagation aérienne	469
– Virus et mycoplasmes sur Laitues et Chicorées	476
– Symptômes non parasitaires	481
<i>Maladies des « Chicorées sauvages » (Cichorium intybus)</i>	482
– Maladies sévissant au champ	483
– Maladies se manifestant en cours d'étiollement	483
<i>Maladies de la Mâche ou Doucette (Valerianella olitoria)</i>	486
Bibliographie	488
<b>CHAPITRE XIV. Maladies de l'Artichaut et du Cardon</b>	493
Maladies provoquées par des parasites telluriques	494
Maladies cryptogamiques des organes aériens	495
Les virus de l'Artichaut	498
Symptômes non parasitaires	502
Maladies du Cardon	502
Bibliographie	503
<b>CHAPITRE XV. Maladies du Salsifis et de la Scorsonère</b>	505
Maladies cryptogamiques	505
Maladies de cause inconnue	506
Attaques de nématodes	508
Bibliographie	508
<b>CHAPITRE XVI. Répertoire mycologique</b>	509
<b>Index</b>	547

# I

## LE DIAGNOSTIC

---

Tout symptôme sur une plante qui n'est pas manifestement causé par un insecte visible à l'œil nu sera qualifié de « **maladie** », par le maraîcher. Il n'y a pas toujours relation univoque entre symptôme et cause. Par exemple, sur feuillage ou fruits on peut confondre avec des maladies des dégâts d'acariens invisibles à l'œil nu, conduisant à des déformations ou nécroses dont nous traiterons brièvement dans les chapitres qui suivent.

Sur les parties souterraines des plantes, il est souvent difficile de déterminer à première vue la part que prennent de mauvaises conditions de sol, des microorganismes pathogènes ou des nématodes dans un mauvais développement, une nécrose ou une hypertrophie. Nous ferons donc allusion aux **nématodes**, à côté des agents parasitaires qui provoquent à proprement parler les maladies des plantes maraîchères : **champignons, bactéries, mycoplasmes et virus** — sans oublier les cas de « **maladies non parasitaires** ».

### I. Maladies non parasitaires

Les causes des maladies non parasitaires sont très variées, mais se ramènent très généralement à des conditions de milieu défavorables : carence (vraie, ou induite) ou excès de tel ou tel élément minéral, excès d'humidité, alimentation en eau insuffisante — ou succession brusque de ces deux situations — présence dans le sol ou l'atmosphère de produits toxiques (traces d'herbicides, métaux lourds).

Il y a interaction entre ces facteurs et le génotype de la plante, diverses variétés de la même espèce peuvent se montrer plus ou moins sensibles à ces facteurs défavorables.

Ces « **maladies non parasitaires** » relèvent donc plutôt de l'Agronomie ou de la Physiologie que de la Pathologie végétale.

Une série de maladies non parasitaires mérite cependant d'être mentionnée ici : celle des affections provoquées par le manque de calcium dans certains fruits charnus (ex. : Tomate) ou organes de réserve (ex. : Céleri-rave).

Le calcium migre beaucoup moins vite dans les végétaux que les autres éléments ; il ne semble pas qu'il puisse être transporté par voie vasculaire, mais qu'il progresse plutôt dans les parenchymes. Comme c'est de cet

élément que dépend la solidité du ciment pectique qui forme la lamelle moyenne réunissant entre elles les cellules, son absence rend les tissus beaucoup plus sensibles au *collapsus* provoqué par un manque d'eau temporaire. Pouvant apparaître sans aucun lien avec la teneur en calcium du sol, ces maladies nécrotiques dues à des carences en calcium dans certains organes sont favorisées par une croissance trop luxuriante, les doses excessives d'azote (en particulier ammoniacal), la carence en bore. La Nécrose apicale des tomates, le Cœur noir du Céleri en sont les exemples les mieux connus. Certains aspects de la Nécrose marginale des feuilles de laitue pourraient y être rattachés.

## II. Champignons

L'examen microscopique montre que toutes les structures des champignons sont formées de filaments libres ou entrelacés dont l'ensemble est désigné sous le nom de **mycélium** — tout au moins pour les quatre groupes les plus importants : Oomycètes, Zygomycètes, Ascomycètes, Basidiomycètes. On rattache traditionnellement aux champignons des organismes dépourvus de mycélium, Myxomycètes et Archimycètes (tabl. 1 et fig. 1).

Tableau 1

	Forme végétative	Reproduction asexuée	Reproduction sexuée
Myxomycètes	Plasmodes	Zoospores	Zygotes de nature diverse
Archimycètes	Cellules et kystes divers	Zoospores	
Oomycètes	Mycélium non cloisonné	Sporanges produisant des zoospores ou se conduisant comme conidies	Oospores
Zygomycètes	Mycélium non cloisonné	Sporanges produisant des sporangiospores, conidies	Zygosporos
Ascomycètes	Mycélium cloisonné	Conidies, chlamydospores, sclérotos	Asques contenant des ascospores
Basidiomycètes	Mycélium cloisonné	Ecidiospores, urédospores (chez les Rouilles), sclérotos	Basides produisant des basidiospores

Les filaments mycéliens, dans la plupart des cas, produisent des **spores**. Elles peuvent provenir d'un processus de reproduction végétative, on appelle alors **zoospores** celles qui sont mobiles grâce à des flagelles, **conidies** celles qui sont disséminées passivement. Les **chlamydospores** sont des conidies à paroi épaisse assurant une longue conservation.

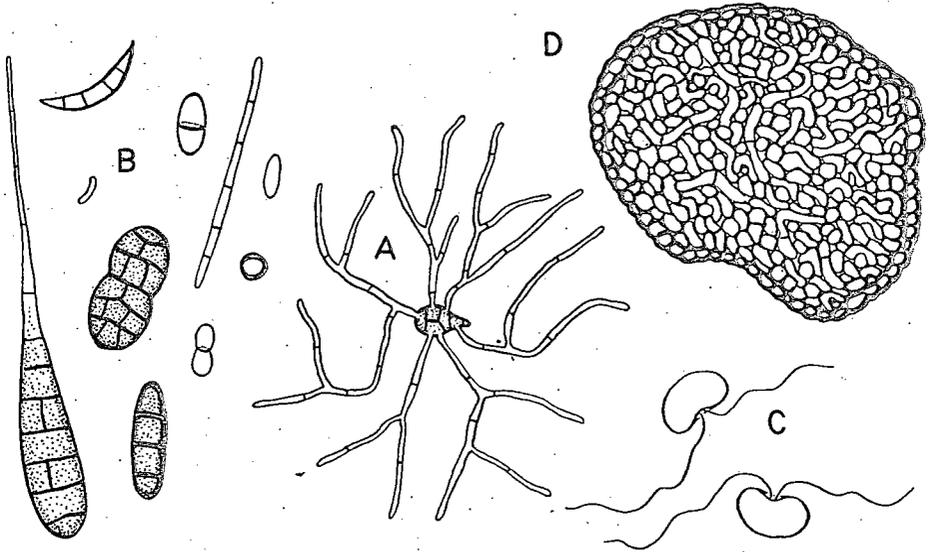


Figure 1.

- A : Conidie d'*Alternaria* en germination produisant des filaments mycéliens.  
 B : Diverses formes de conidies.  
 C : Zoospores nageuses d'un Phycomycète.  
 D : Coupe d'un sclérote.

On appelle sclérotés des organes de conservation de plus grande taille, formés de filaments entrelacés (fig. 1).

Les conidies sont le plus souvent portées par des organes spécialisés, les **conidiophores**. Ceux-ci prennent naissance, soit isolément, soit groupés en fructifications de type **acervule**, **sporodochium** ou **pycnide** (fig. 2).

Quand des processus sexués ont lieu chez les champignons ils aboutissent à la formation de spores auxquelles on donne des noms spéciaux : **oospores**, **zygospores**, **ascospores**, **basidiospores** (fig. 3).

On appelle **forme imparfaite** \* d'un champignon la forme de reproduction végétative, **forme parfaite** \* celle qui aboutit au processus sexué. Souvent, surtout chez les Ascomycètes, les formes parfaite et imparfaite d'un même champignon portent des noms différents.

Les champignons dont la forme parfaite est inconnue sont réunis dans le groupe artificiel des « *Fungi imperfecti* » ou **Adéломycètes**. Il s'agit le plus souvent de formes imparfaites correspondant à telle ou telle famille d'Ascomycètes.

Sans entrer plus en détail dans la systématique des champignons, nous envisagerons, du point de vue pratique, les principaux groupes nuisibles aux plantes maraîchères.

\* Ou, dans certaines publications récentes : « *anamorphe* » et « *téломorphe* ».

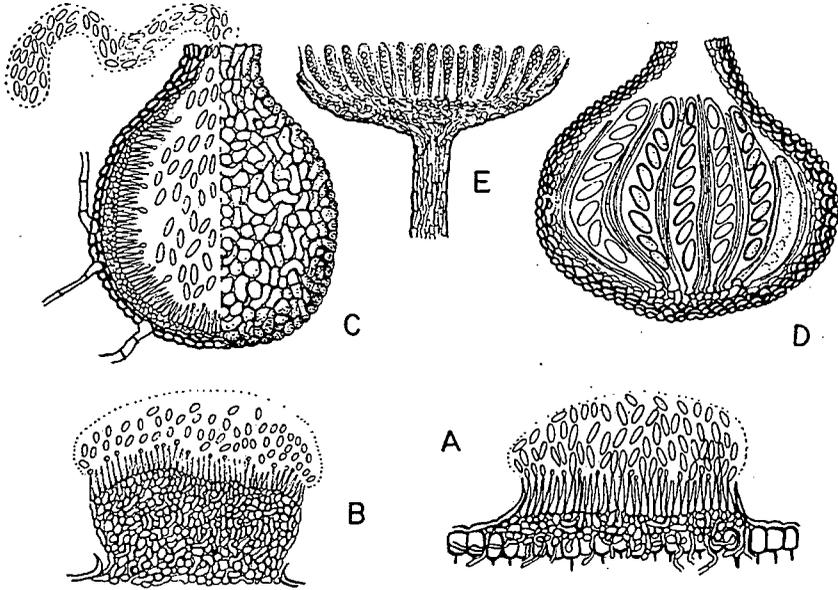


Figure 2. — Coupes de fructifications complexes  
 A : Acervule ; B : Sporodochium ; C : Pycnide ; D : Périthèce ; E : Apothécie.

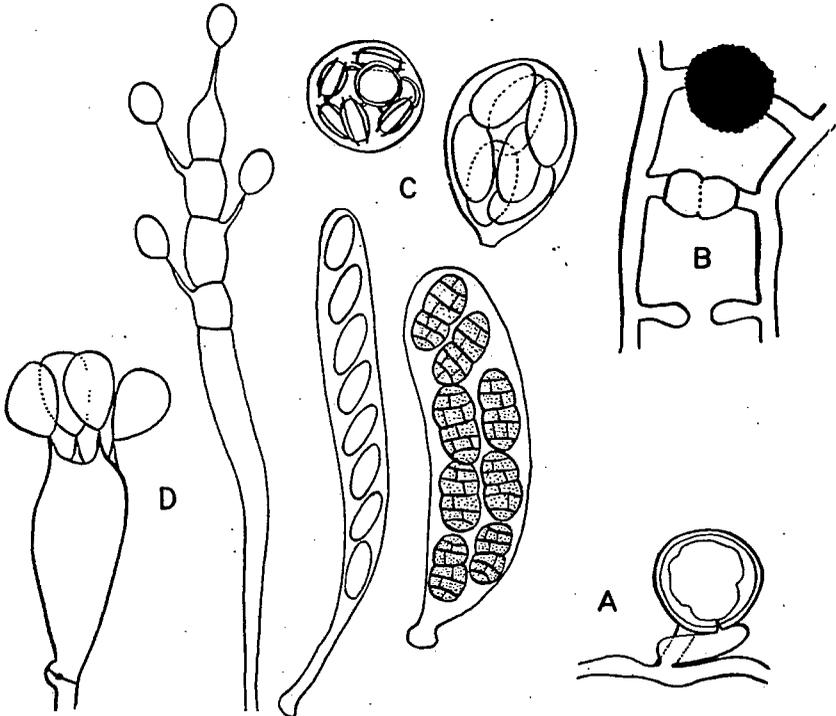


Figure 3. — Formes parfaites des champignons  
 A : Oospore ; B : Zygosporangium ; C : Asques ; D : Basides.

## Myxomycètes et Archimycètes

Ces « champignons » dépourvus de mycélium ne forment pas un ensemble homogène, ce que révèle en particulier la nature de leurs zoospores : pourvues d'un seul flagelle postérieur chez les **Olpidiacées** (famille qui nous intéresse parmi les **Archimycètes**, unicellulaires), biflagellées chez les **Plasmodiophoracées** (famille qui nous concerne parmi les **Myxomycètes**, caractérisés par leurs **plasmodes**, masses cellulaires plurinucléées). Ce sont tous des microorganismes aquatiques ou telluriques.

Les espèces de ces deux familles qui attaquent les plantes maraîchères sont peu nombreuses : elles peuvent provoquer des dégâts, soit par elles-mêmes, comme *Spongospora subterranea* (Tomate, Cresson) ou *Plasmodiophora brassicae* (Crucifères) qui seront décrits dans les chapitres suivants, soit de façon indirecte.

Ne provoquant que des dégâts peu nets par eux-mêmes, mais au contraire importants comme vecteurs de virus, nous mentionnerons ici les *Olpidium* et les *Polymyxa* (fig. 4).

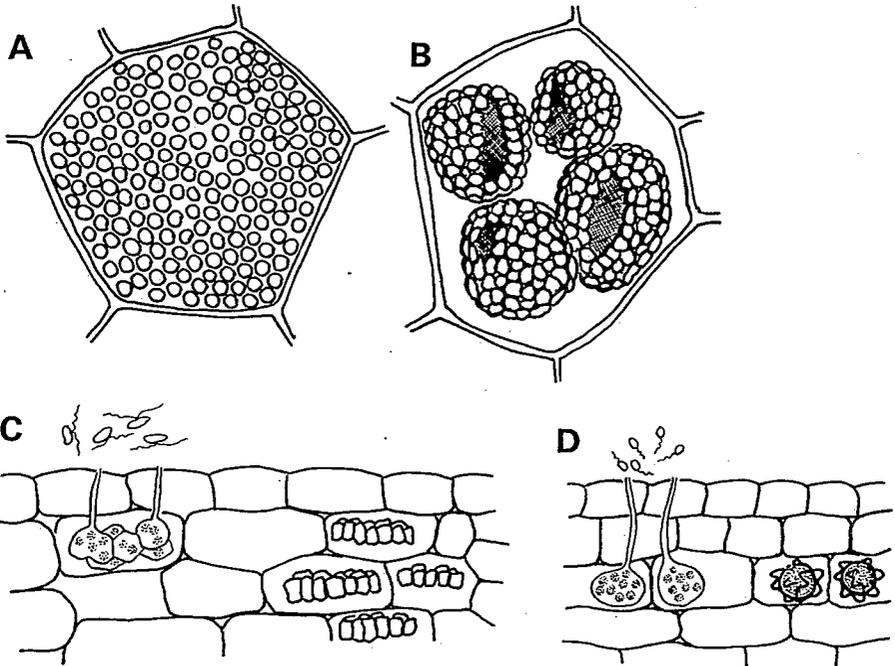


Figure 4. — Myxomycètes et Archimycètes.

A : *Plasmodiophora* : spores de conservation sans aucun lien entre elles dans la cellule géante.

B : *Spongospora* : spores de conservation réunies en sphères creuses.

C : *Polymyxa* : zoosporanges multiples, pas de cellules géantes, spores de conservation en petits groupes.

D : *Olpidium*, sporanges et kystes.