

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^e 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. ANAIS**, **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^{me} R. SAMSON**.

— à l'INRA-Versailles : **M^{me} M. LEMATTRE**, **J. SCHMIT**, **D. SPIRE** (Pathologie végétale) ; **H. BANNEROT**, **R. COUSIN**, **M^{lle} 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

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE I. Le diagnostic | 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 |
| CHAPITRE II. Les méthodes de lutte | 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 |
| CHAPITRE III. Maladies de la Tomate, de l'Aubergine et du Poivron | 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 |

| | |
|--|-----|
| CHAPITRE IV. Maladies des Cucurbitacées | 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 |
| CHAPITRE V. Maladies du Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) et d'autres Phaséolinées | 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 |
| CHAPITRE VI. Maladies du Pois et de la Fève | 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 |
| CHAPITRE VII. Maladies du Céleri et du Persil | 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 |
| CHAPITRE VIII. Maladies de la Carotte et du Fenouil de Florence | 323 |
| 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 |
| CHAPITRE IX. Maladies des Allium | 347 |
| 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 |
| CHAPITRE X. Maladies de l'Asperge | 391 |
| 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 |
| CHAPITRE XI. Maladies des Crucifères | 403 |
| 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 |
| CHAPITRE XII. Maladies de la Betterave rouge, de la côte de Blette et des Épinards | 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 |
| CHAPITRE XIII. Maladies de la Laitue, des Chicorées et de la Mâche | 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 |
| CHAPITRE XIV. Maladies de l'Artichaut et du Cardon | 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 |
| CHAPITRE XV. Maladies du Salsifis et de la Scorsonère | 505 |
| Maladies cryptogamiques | 505 |
| Maladies de cause inconnue | 506 |
| Attaques de nématodes | 508 |
| Bibliographie | 508 |
| CHAPITRE XVI. Répertoire mycologique | 509 |
| Index | 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.

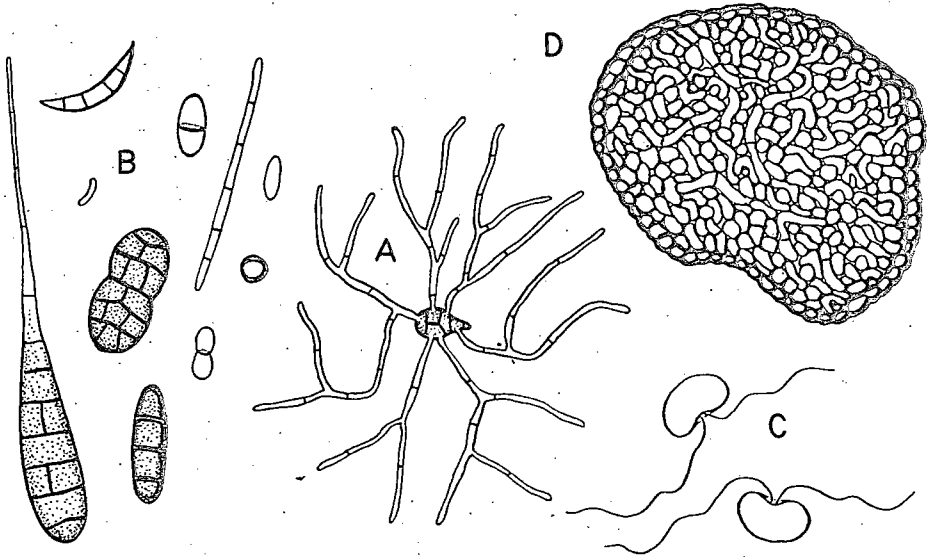


Figure 1.

- 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* ».

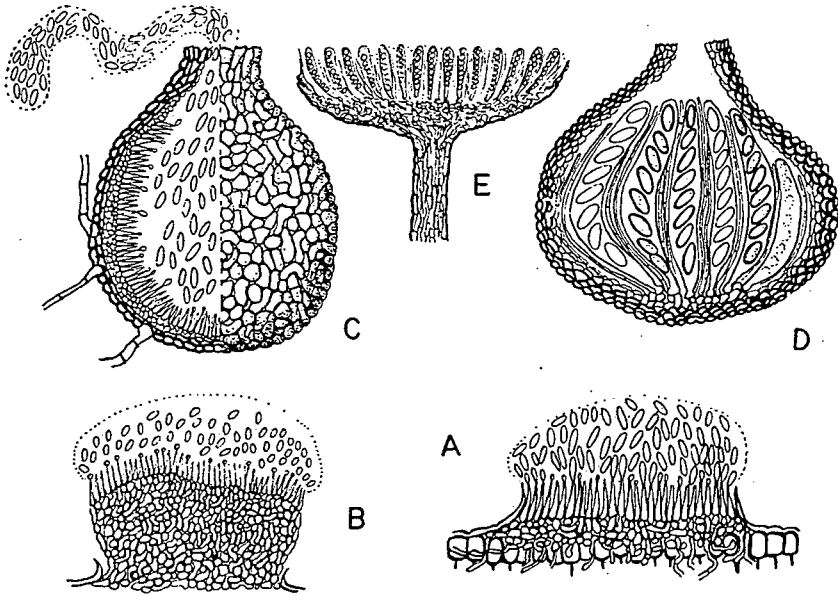


Figure 2. — Coupes de fructifications complexes
 A : Acervule ; B : Sporodochium ; C : Pycnide ; D : Périthèce ; E : Apothécie.

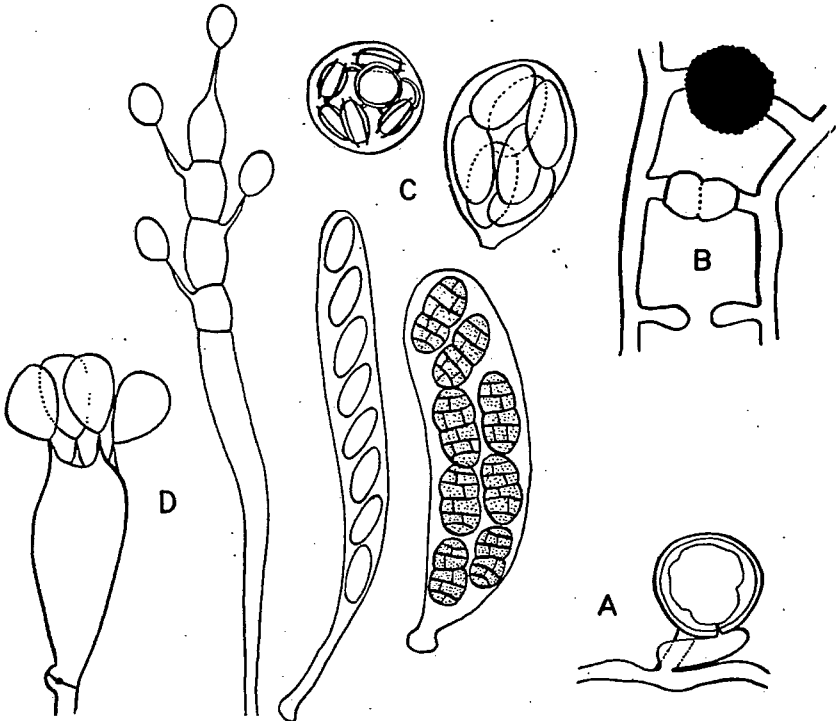


Figure 3. — Formes parfaites des champignons
 A : Oospore ; B : Zygosporangium ; C : Asques ; D : Basides.

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).

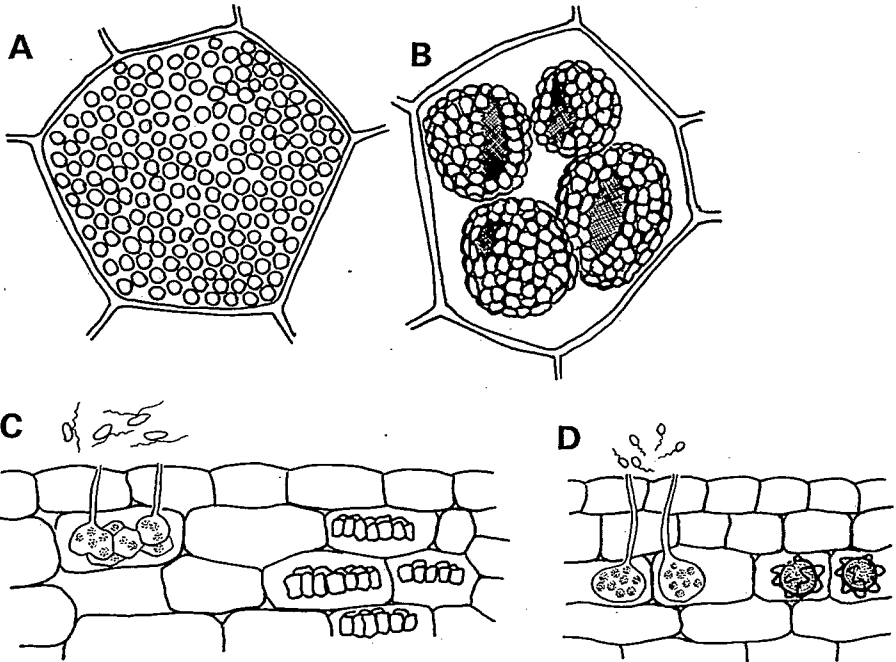


Figure 4. — Myxomycètes et Archimycètes.

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.