

LES *PERONOSPORA*, *PYTHIUM* ET *PHYTOPHTHORA* SONT-ILS DES CHAMPIGNONS ?

Michel Lacroix, agronome-phytopathologiste
Laboratoire de diagnostic en phytoprotection
Direction de l'innovation scientifique et technologique

Avec l'avènement de la biologie moléculaire, la classification des organismes vivants a été révisée et modifiée. Les champignons phytopathogènes n'échappent pas à ce mouvement de re-classification. Pour bien comprendre les changements récents concernant les champignons, il est essentiel de retourner à la base de la classification des organismes vivants.

Les organismes vivants sont répartis en trois domaines :

1. *Archaea* (archaebactéries)
2. *Bacteria* (eubactéries)
3. *Eukarya* (eucaryotes)

Rappelons que les eucaryotes sont les organismes vivants dont le noyau des cellules est isolé du contenu cellulaire par une membrane. Les *Eukarya* sont répartis en quatre règnes:

- a. Protistes
- b. Champignons
- c. Plantes
- d. Animaux

En ce qui concerne les « **champignons phytopathogènes** » ils font partie des *Eukarya* et ils sont répartis dans deux règnes soit les **champignons** et les **protistes**

Les **champignons** sont des organismes unicellulaires ou pluricellulaires, hétérotrophes (organismes n'ayant pas la capacité de synthétiser leurs propres constituants organiques, ils se nourrissent à partir d'organismes autotrophes ou d'autres organismes hétérotrophes), ayant un thalle haploïde (noyau possédant un seul ensemble de chromosomes) et non mobile fait de filaments (hyphes) dont la paroi cellulaire est principalement constituée de chitine. Le cycle vital des champignons se caractérise par des

reproductions sexuée et asexuée. Désormais, la classification des champignons est basée sur la reproduction sexuée et se présente ainsi :

- *Chytridiomycota* (chytridiomycètes)
- *Zygomycota* (zygomycètes)
- *Ascomycota* (ascomycètes)
- *Basidiomycota* (basidiomycètes)

Les Deutéromycètes (champignons dont la reproduction est uniquement asexuée) ne sont donc pas considérés dans cette classification puisque nous ne leur connaissons pas de stade sexué. Ils sont présumés être associés aux ascomycètes mais leur relation phylogénique demeure à être établie par analogie de l'ADN.

Selon certaines références, les *Chytridiomycota* sont classés parmi les protistes principalement par le fait que leurs gamètes sont flagellés. Cependant, en considérant que la paroi cellulaire des chytridiomycètes est constituée de chitine, ils s'associent davantage aux champignons. Pour certains spécialistes, les *Chytridiomycota* seraient donc le lien entre les protistes et les champignons.

Les **protistes** regroupent une très grande variété d'organismes dont la plupart sont unicellulaires bien que certains soient pluricellulaires. Ils peuvent être autotrophes (organismes ayant la capacité d'élaborer leurs constituants organiques à partir du CO₂ et de d'autres composés inorganiques) ou hétérotrophes (organismes n'ayant pas la capacité de synthétiser leurs propres constituants organiques, il se nourrissent à partir d'organismes autotrophes ou d'autres organismes hétérotrophes). La classification des protistes demeure difficile étant donné la diversité des organismes qui y sont regroupés. En fait, nous y retrouvons des organismes s'apparentant

aux animaux, aux plantes et aux champignons. Ainsi, les organismes regroupés sous les protistes sont :

- Protozoaires (amibes, paramécies... protistes proches des animaux)
- Algues (algues vertes, algues brunes, algues rouges, diatomées... protistes proches des végétaux)
- Protistes fongiformes.

Parmi les **protistes fongiformes**, sont regroupés :

- Organismes à plasmode (slime mold)
- Oomycètes (water mold)

Les caractéristiques des **organismes à plasmode (slime mold)** sont d'une part une croissance végétative sans paroi cellulaire se présentant sous la forme d'un plasmode coenocytique (gigantesque cellule amiboïde avec plusieurs noyaux) et d'autre part la production de zoospores (spores motiles). Les organismes considérés en pathologie végétale et regroupés sous les organismes à plasmode (slime mold) sont les suivants :

- *Myxomycota* (myxomycètes)
 - *Fuligo*, *Mucilago*, *Physarum*
- *Plasmodiophoromycota* (plasmodiophoromycètes)
 - *Plasmodiophora*, *Spongospora*, *Polymyxa*

Quant aux **Oomycètes (water mold)**, pourquoi ces organismes sont-ils maintenant classés parmi les protistes? Comme les champignons, les oomycètes ont une croissance filamenteuse et ils sont hétérotrophes. Cependant, leur paroi cellulaire est principalement constituée de composés cellulosiques et non de chitine. De plus,

leurs noyaux à l'intérieur des filaments sont diploïdes (noyau possédant une paire de chaque chromosome) tandis qu'ils sont haploïdes (noyau possédant un seul ensemble de chromosomes) chez les champignons. Ainsi, en se basant sur l'ultrastructure, la biochimie et les séquences moléculaires il ressort que les oomycètes s'apparentent davantage aux protistes. Comme dans le cas de certains protistes, les oomycètes possèdent des spores portant deux flagelles dissemblables, dont l'un avec des mastigonèmes (structures ayant l'apparence de poils et distribuées sur tout l'axe du flagelle). De plus, les oomycètes entreposent leur énergie dans une molécule (mycolaminarine) similaire à celle des diatomées (protistes faisant partie des algues). C'est en se basant sur ces caractéristiques qu'il est désormais reconnu que les oomycètes s'apparentent davantage aux algues (protistes) plutôt qu'aux champignons. Cependant, à la différence des algues, les oomycètes ne possèdent pas de chlorophylle.

Parmi les champignons faisant partie des oomycètes nous y retrouvons:

- *Albugo* (rouille blanche des crucifères)
- *Aphanomyces* (pourriture racinaire: pois, haricot, radis)
- *Bremia* (mildiou)
- *Peronospora* (mildiou)
- *Phytophthora*
- *Plasmopara* (mildiou)
- *Pseudoperonospora* (mildiou)
- *Pythium*

Le schéma suivant résume la classification des protistes fongiformes et des champignons pouvant causer des dommages aux plantes.

CHAMPIGNONS

- ***Chytridiomycota***

- *Olpidium*

- ***Ascomycota* ***

- *Apiosporina* (anamorphes: *Cladosporium*, *Fusicladium*)
- *Blumeriella* (anamorphe: *Phloeospora*)
- *Botryosphaeria* (anamorphes: *Diplodia*, *Sphaeropsis*...)
- *Claviceps*
- *Cocliobolus* (anamorphe: *Bipolaris*)
- *Diaporthe* (anamorphe: *Phomopsis*)
- *Diplocarpon* (anamorphe: *Marssonina*)
- *Didymella* (anamorphes: *Ascochyta*, *Phoma*, *Staganospora*...)
- *Elsinoe* (anamorphe: *Sphaceloma*)
- *Erysiphe* (anamorphe: *Oidium*)
- *Gaeumannomyces* (anamorphe: *Phialophora*)
- *Gibberella* (anamorphe: *Fusarium*)
- *Glomerella* (anamorphe: *Colletotrichum*)
- *Gnomonia* (anamorphes: *Discula*, *Gloesporium*, *Zythia*...)
- *Godronia* (anamorphe: *Fusicoccum*)
- *Guignardia* (anamorphe: *Phyllosticta*)
- *Leptosphaeria* (anamorphe: *Coniothyrium*, *Phoma*, *Septoria*, *Staganospora*...)
- *Lophodermium* (anamorphes: *Labrella*, *Leptostroma*)

- ***Zygomycota***

- *Mucor*
- *Rhizopus*
- *Choanephora* (pourriture des fruits chez les courges)

- *Microsphaera* (anamorphe: *Oidium*)
- *Monilinia* (anamorphe: *Monilia*)
- *Mycosphaerella* (anamorphes: *Cercospora*, *Cercospora*, *Cladosporium*, *Pseudocercospora*, *Ramularia*, *Septoria*...)
- *Nectria* (anamorphes: *Acremonium*, *Cylindrocarpon*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Myrothecium*, *Zythia*...)
- *Ophiostoma* (anamorphes: *Graphium*, *Leptographium*...)
- *Pleospora* (anamorphes: *Alternaria*, *Coniothyrium*, *Phoma*, *Stemphylium*...)
- *Pseudopeziza*
- *Pyrenophora* (anamorphe: *Dreschlera*)
- *Rhynchospora* (anamorphe: *Melasmia*)
- *Sclerotinia* (anamorphe: aucun connu)
- *Sphaerotheca* (anamorphe: *Oidium*)
- *Taphrina*
- *Uncinula* (anamorphe: *Oidium*)
- *Valsa* (anamorphe: *Cytospora*)
- *Venturia* (anamorphes: *Cladosporium*, *Fusicladium*, *Spilocaea*)

* Il est important de noter que les anamorphes (formes asexuées) indiqués entre parenthèses ne représentent pas obligatoirement tous les anamorphes pour un téléomorphe (formes sexuées). Les anamorphes cités sont ceux que nous observons plus régulièrement au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ. Lorsque la liste des anamorphes pour un téléomorphe n'est pas complète, elle est suivie par 3 points (...). Il est également important de préciser que toutes les espèces appartenant à un genre sous la forme anamorphe ne possèdent pas nécessairement le même téléomorphe (ex.: *Fusarium graminearum* – téléomorphe: *Gibberella zeae*. *Fusarium solani* – téléomorphe: *Nectria haematococca*)

- **Basidiomycota**

- | | | |
|---------------------------------------|--|---|
| - <i>Armillaria</i> | - <i>Pellicularia</i> | - <i>Tilletia</i> (carie -
céréales) |
| - <i>Cronartium</i> (rouille) | (anamorphe:
<i>Sclerotium</i>) | - <i>Urocystis</i> (charbon -
oignon) |
| - <i>Entyloma</i> (charbon
blanc) | - <i>Phragmidium</i> (rouille) | - <i>Uromyces</i> (rouille) |
| - <i>Exobasidium</i> | - <i>Puccinia</i> (rouille) | - <i>Ustilago</i> (charbon -
céréales, maïs) |
| - <i>Gymnosporangium</i>
(rouille) | - <i>Thanatephorus</i> | |
| - <i>Melampsora</i> (rouille) | (anamorphe:
<i>Rhizoctonia</i>) | |

- **Deutéromycètes ***

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|--|
| - <i>Acremonium</i> | - <i>Dreschlera</i> | - <i>Phomopsis</i> |
| - <i>Alternaria</i> | - <i>Fusarium</i> | - <i>Phyllosticta</i> |
| - <i>Ascochyta</i> | - <i>Fulvia</i> | - <i>Plectosporium</i> |
| - <i>Aspergillus</i> | - <i>Gliocladium</i> | - <i>Pyrenochaeta</i> |
| - <i>Aureobasidium</i> | - <i>Gloeosporium</i> | - <i>Ramularia</i> |
| - <i>Bipolaris</i> | - <i>Graphium</i> | - <i>Rhexocersporidium</i> |
| - <i>Botrytis</i> | - <i>Helminthosporium</i> | - <i>Rhynchosporium</i> |
| - <i>Cercospora</i> | - <i>Kabatina</i> | - <i>Rhizoctonia</i> (mycelia
sterilia) |
| - <i>Cercospora</i> | - <i>Kabatiella</i> | - <i>Sclerotium</i> (mycelia
sterilia) |
| - <i>Chalara</i> | - <i>Marsonnina</i> | - <i>Septoria</i> |
| - <i>Cladosporium</i> | - <i>Mycocentrospora</i> | - <i>Sphaeropsis</i> |
| - <i>Colletotrichum</i> | - <i>Monilia</i> | - <i>Spilocaea</i> |
| - <i>Coniothyrium</i> | - <i>Oidium</i> | - <i>Staganospora</i> |
| - <i>Corynespora</i> | - <i>Penicillium</i> | - <i>Stemphylium</i> |
| - <i>Curvularia</i> | - <i>Pestalotia</i> | - <i>Thielaviopsis</i> |
| - <i>Cylindrocarpon</i> | - <i>Pestalotiopsis</i> | - <i>Verticillium</i> |
| - <i>Cylindrocladium</i> | - <i>Phialophora</i> | - <i>Zythia</i> |
| - <i>Cytospora</i> | - <i>Phloeospora</i> | |
| - <i>Discula</i> | - <i>Phoma</i> | |

* Bien que les Deutéromycètes ne sont pas inclus dans la re-classification des champignons, il est essentiel d'indiquer les principaux genres fongiques de ce groupe les plus couramment observés au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ, car il demeure que les champignons phytopathogènes sont davantage présents sur les tissus végétaux sous la forme anamorphe.

RÉFÉRENCES

<http://www.cat.cc.md.us/courses/bio141/lecguide/unit1/3domain/3domain.html>

Classification des organismes vivants en trois domaines. Règnes au sein des *Eukarya*.

<http://www.ucmp.berkeley.edu/alllife/eukaryotasy.html>

Classification au sein des eucaryotes (protistes, champignons, plantes, animaux).

<http://membres.lycos.fr/mad8/EvolVie/Animaux/pROTOZ1.htm>

Classification des protistes dont une section sur les protistes fongiformes.

<http://tolweb.org/tree?group=Fungi&contgroup=Eukaryotes>

Aspects généraux des champignons et de leur classification.

<http://perth.uwlax.edu/biology/volk/fungi3/index.htm>

Aspects généraux des champignons et de leur classification.

http://www.fsagx.ac.be/pp/Phytopat/Partie0/Synopsis_1.htm#champi

Aspects généraux des champignons et de leur classification.