

de ces spores observée sur plusieurs espèces par M. Tulasne les rattacherait du reste aux spores parfaites des Puccinies plutôt qu'à celles des Uredo, car le germe qui sort du tégument noir et papilleux des spores ne forme qu'un court *promycélium* articulé donnant naissance à quatre ou cinq sporidies. Le Champignon de la Carie a été longtemps confondu avec celui du Charbon dans le genre *Ustilago*. M. Tulasne en a formé un genre distinct sous le nom de *Tilletia*. Il croît à l'intérieur de l'ovaire dans le Froment et dans quelques autres Graminées. A l'époque de la maturité de l'entophyte, l'ovaire carié du Blé offre à peu près le volume et la forme d'un grain sain, mais il présente quatre sillons, tandis que le grain sain n'en a qu'un. Généralement le grain malade n'offre aucun rudiment d'ovule, de périsperme ou d'embryon. Sa membrane est mince et fragile, ses stigmates sont très-courts et à peine ramifiés. Les étamines sont atrophiées. Parvenu à sa maturité, le Champignon de la Carie ou le *Tilletia Caries* consiste en une masse pulvérulente d'un noir brunâtre qui occupe toute la cavité de l'ovaire.

On ne trouve point à cette époque de filaments mêlés à la poussière des spores. Celles-ci sont sphériques et munies d'un tégument externe réticulé. Dans leur jeunesse, elles se rattachaient en grand nombre par des pédicelles très-courts à des sortes de troncs ou rameaux communs ténus, incolores et fragiles, qui se résorbent au fur et à mesure de la maturité des spores qu'ils engendrent et qu'on doit considérer comme un mycélium peu développé. Quand la spore germe, son tégument externe se brise irrégulièrement, l'endospore s'allonge sous la forme d'un tube épais et flexueux plus ou moins long. Lorsqu'il est long, sa cavité se partage en cellules distinctes par des diaphragmes transversaux et il paraît stérile; lorsqu'il est court, au contraire, il se couronne d'une gerbe de sporidies, généralement au nombre de huit ou dix. Ce sont des corps linéaires très-grêles, habituellement réunis deux à deux dans leur partie inférieure par une bride rigide et très-courte.

Après avoir mûri leur bouquet de sporidies, les germes ne tardent pas à se détruire. Les couples reproducteurs s'isolent les uns des autres; quelques-uns germent bientôt et émettent, surtout vers leur sommet, des fils très-ténus qui se ramifient promptement. D'autres en plus grand nombre produisent des sporidies secondaires épaisses, oblongues, fortement arquées et portées chacune sur un pédicelle conique plus ou moins allongé. Ces nouvelles sporidie

semblent devoir être les agents les plus importants de la multiplication de l'entophyte¹.

974. D'après Balardini et M. Costallat, de Bagnères-de-Bigorre, la cause essentielle de la *pellagre* est la présence d'un champignon parasite sous l'épisperme du maïs, champignon qui se mélange à la farine de cette graminée. Cette maladie du maïs, signalée d'abord par Bosc, est connue en Italie sous le nom de *verderame* et en France sous celui de *verdet*. Elle est caractérisée par le développement, sous l'épisperme, d'une poussière d'un brun verdâtre, constituée entièrement par les spores de l'*Ustilago carbo* Tulasne (*Reticularia ustilago* L., *Ustilago segetum* Dittmar. *Urto segetum* Persoon, *Sporisorium* du maïs, d'après quelques auteurs). Ce champignon parasite, pulvérulent, composé surtout de spores brunes, lisses, sphériques, larges de 6 à 7 millièmes de millimètre en moyenne, se mélange nécessairement à la farine de maïs lors de la mouture.

CHAPITRE IV

Emploi du microscope dans l'étude de la pourriture des plantes et des fruits.

975. Le blétissement des fruits est une simple altération moléculaire ou chimique, comme une exagération de la maturation; les parois des cellules ne sont pas détruites, elles sont seulement devenues plus molles, leur contenu plus ou moins grenu, etc.

La pourriture doit être distinguée de l'altération produite par une contusion, par la chaleur ou par la congélation; elle est déterminée par le développement du mycélium d'un champignon, qu'on trouve, en effet, dans toute partie pourrie, accompagné quelquefois de spores.

La pourriture que l'on voit le plus ordinairement sur les fruits dont nous faisons usage, est déterminée par deux des mucédinées des plus communes et des plus connues; l'une est le *Mucor mucedo*

¹ Brongniart, *Revue des Cours scientifiques*. Paris, 1869, p. 745 à 751. Les observateurs qui voudraient étudier particulièrement les espèces de champignons dont il vient d'être question et leurs analogues, leur polymorphisme, etc., quand ils se développent sur telle ou telle plante cultivée ou sauvage, devront consulter le texte et les planches de l'excellent traité de M. C. Cooke, London, in-12, 1865, intitulé : *Study of microscopic fungi*.

(L. Persoon), qui recouvre d'une efflorescence noire la surface des substances qu'elle envahit; l'autre est le *Penicillium glaucum* (Link), qui la recouvre d'une efflorescence verdâtre. Le mycélium de ces deux mucédinées se distingue par des caractères non moins précis; l'un étant formé de tubes non cloisonnés et l'autre de tubes cloisonnés. Les coupes minces de ces fruits observées à un grossissement de 400 diamètres les montrent aisément.

La pourriture occasionnée par le développement de ces mycéliums est contagieuse pour les fruits sains, mais dans des conditions particulières; la peau revêtue d'un épiderme intact protège le fruit contre cette contagion.

La protection des fruits est en rapport avec l'épaisseur et la consistance de l'épiderme qui les recouvre; aussi l'orange, la pomme, la poire, la prune, etc., se préservent beaucoup plus facilement que la figue, la fraise, la framboise, etc., dont l'épiderme est mince et délicat.

L'introduction des spores du *Mucor* ou du *Penicillium* sous l'épiderme des fruits produit le même résultat que le contact du mycélium, c'est-à-dire que le contact de la partie pourrie; la pourriture ne tarde pas à s'emparer du point où les spores ont été déposées, et cette pourriture s'étend rapidement à tout le fruit. Sur une orange, une poire, une prune, etc., après vingt-quatre ou trente-six heures, le point inoculé montre déjà des traces de pourriture; après quatre ou cinq jours, le fruit est tout entier envahi. La pourriture causée par ces champignons n'a pas une marche identique; elle est infiniment plus rapide par le *Mucor* que par le *Penicillium*. Cette rapidité est en rapport parfait avec celle de la germination des spores de ces deux végétaux; les spores du *Mucor* germent, en effet, en cinq à six heures, tandis que celles du *Penicillium*, dans le même milieu et par la même température, ne germent qu'en douze ou quinze heures.

La pourriture qui est déterminée par le *Mucor* a une couleur plus foncée, une mollesse plus grande; il se fait en outre un dégagement abondant d'acide carbonique, qui donne aux tissus, lorsque ce gaz est retenu, une sorte de turgescence, une apparence empâtée que le *Penicillium* ne produit pas.

Le mycélium de ces mucédinées ne donne sa fructification qu'au contact de l'air, de sorte que chez les fruits dont la peau est épaisse et résistante, la pourriture s'empare de tout le parenchyme sans se montrer au dehors sous forme de moisissure, à l'exception toute

fois des points par où se sont introduites les spores. L'épiderme empêche donc le passage de la mucédinée du dedans au dehors, comme elle l'empêche du dehors au dedans; aussi, lorsque la peau est très-mince, comme sur la figue, la fraise, etc., le mycélium se fait jour partout et recouvre bientôt tout le fruit de son efflorescence verte ou noirâtre. L'orange, quoique son péricarpe soit très-consistant, se recouvre de même de la fructification du champignon qui s'est emparé de son parenchyme, parce que le mycélium, ayant détruit les glandules qui produisent l'essence de l'écorce arrive, par là, au contact de l'air atmosphérique.

976. Beaucoup de champignons autres que le *Mucor* et le *Penicillium* peuvent produire la pourriture des fruits; M. Davaine en a étudié sept espèces appartenant à sept genres différents. Les phénomènes qu'ils produisent sont très-analogues à ceux dont nous venons de parler. Ces espèces se développent avec plus ou moins de rapidité et de vigueur, suivant que le parenchyme est plus ou moins consistant ou ramolli, plus ou moins sucré ou acide; aussi arrive-t-il fréquemment que, pendant l'envahissement de la pourriture, d'après les conditions nouvelles dans lesquelles se trouve le fruit, une mucédinée se substitue à une autre. Une moisissure rosée, le *Trichothecium domesticum* (Fries), qui s'empare des fruits desséchés, se propage très-facilement par inoculation sur ceux qui sont encore verts et compactes, alors que le *Mucor* n'y végète que très-lentement. Les spores de ce *Trichothecium*, qui vit mieux sur les tissus résistants que sur les tissus mous, insérées sous l'épiderme des feuilles des plantes grasses, s'y développent rapidement. Ces feuilles deviennent demi-transparentes; elles se ramollissent, se rident, puis se dessèchent. L'altération s'arrête au point d'insertion de la feuille sur la tige. En trois ou quatre jours, tout le parenchyme est envahi par le mycélium, et les spores ne se montrent qu'au point de l'inoculation, sur les feuilles de divers *Mesembrianthemum pachyphyllum*, sur celles de la Joubarbe (*Sempervivum tectorum* L.), etc. Les spores du *Mucor mucedo* se développent de même dans le parenchyme de ces feuilles; mais les inoculations réussissent moins constamment qu'avec le *Trichothecium*.

Des spores de *Mucor* insérées sur le *Stapelia europæa*, à l'extrémité de tiges longues de 6 centimètres, les ont complètement envahies en cinq jours. Ces tiges, ramollies et réduites à l'état de putrilage, s'affaissent sur elles-mêmes, se crevassent et donnent issue à une abondante sérosité.

Certains fruits, tels que le concombre, et certaines plantes grasses, le *Stapelia* entre autres, opposent à l'inoculation un suc gommeux très-abondant, qui sort par la petite plaie de l'inoculation et entraîne les spores au dehors; en chauffant fortement le point à inoculer, les spores y restent alors, germent, et le mycélium se propage de là dans toutes les parties saines. L'envahissement de la pourriture causée par les mucédinées est subordonné à l'introduction dans les tissus des spores ou des filaments qui en proviennent, au sein desquels le microscope les montre aisément, en les préparant comme on le fait pour les tissus sains. Un *Helminthosporium*, qui se développe sur la carotte, la réduit à un putrilage noirâtre; un *Selenosporium*? (Corda), observé sur le concombre et qui peut être propagé sur ce fruit et sur d'autres, donne une belle couleur rouge à la chair du concombre, tandis que la pourriture déterminée sur celui-là par un *Penicillium* ou par un *Mucor* n'a point de coloration particulière¹.

977. Les préparations destinées à l'étude de ces lésions se font comme celles qui concernent l'examen de la structure normale des parties affectées. (Voy. p. 850.) L'observation des mycéliums exige souvent l'emploi de grossissements de 400 à 600 diamètres; il faut par conséquent avoir soin de couvrir l'objet avec une lamelle très-mince. Il est souvent utile de faire deux préparations que l'on compare, l'une de l'organe malade et l'autre du même organe pris sur une plante saine. (V. aussi p. 906.)

978. MM. les professeurs H. Lebert et Cohn, de Breslau, ont eu occasion d'observer un nouveau cas de putréfaction du tissu cellulaire causée par une *Peronospora*, pendant l'hiver de 1867 à 1868, sur des *Cereus giganteus* et des *Melocactus* qui commençaient à se putréfier sans cause apparente. Tandis que l'épiderme épais du Cactus ne subissait aucun changement notable, le tissu cellulaire sous-jacent montrait une décomposition complète avec ramollissement de la substance intercellulaire, de façon qu'il était facile d'isoler les cellules du parenchyme. Le contenu de ces cellules, larges d'environ 0^{mm},15, était mortifié, brun, la membrane était ramollie, en partie même dissoute, de façon que le tissu cellulaire paraissait tout à fait diffluent dans les préparations microscopiques, et que les beaux amas de cristaux d'oxalate de chaux et les grains composés d'ami-

¹ Voy. Davaine, *Sur la pourriture des fruits* (Journal d'anatomie et de physiologie. Paris, 1867, in-8°, p. 101 et Académie des sciences, août 1866).

don sortis des cellules se trouvaient libres sur le porte-objet. En général, la plante est mortifiée jusqu'à la racine.

Lorsqu'on garde ces Cactus dans l'air humide, sous une cloche en verre, on voit bientôt de la moisissure apparaître au dehors, d'abord par taches isolées, puis sur toute la surface de l'épiderme.

Sous le microscope, des fragments de parenchyme du Cactus malade, montrent la présence d'un mycélium développé à travers tout le tissu cellulaire, mycélium composé de fils unicellulaires très-longs et minces, ondulés, de calibre égal ou inégal, remplis de vésicules ou de gouttelettes incolores, se divisant presque à angle droit, sans distance régulière, sur le trajet du fil principal; ces rameaux ont presque le même calibre que les fils principaux; les rameaux envoient à leur tour aussi et presque à angle droit, des ramuscules. En général, les fils du mycélium n'offrent point de cloisons; leur largeur est en moyenne de 0^{mm},004 à 0^{mm},006.

Au premier abord, il semble que les rameaux du mycélium pénètrent dans l'intérieur du parenchyme du Cactus, mais, en examinant de plus près, et par diverses méthodes, on voit qu'ils se trouvent seulement entre les cellules, dans les espaces intercellulaires qui forment un système continu de canaux dans le tissu du Cactus. Nulle part ces observateurs n'ont vu pénétrer le mycélium dans l'intérieur d'une cellule. (Voy. p. 695.) Déjà, à l'œil nu, on voit dans le tissu brun et putréfié du Cactus des taches plus foncées, que l'on reconnaît sous le microscope comme des amas d'*Oospores*.

Il se forme sur les fils du mycélium des ramuscules courts et étroits qui offrent un renflement à leur sommet formé des vésicules à tige courte, et qui se remplissent si complètement d'un plasma granuleux qu'elles en deviennent opaques. A côté et au-dessus de ces organes globuleux, qui sont des *Oogones*, naissent des ramuscules fins du mycélium, qui serpentent et qui, avant de se diviser en ramuscules courts, entourent étroitement l'oogone. Ces organes sont les *Anthéridies*, et l'on trouve autour de tous les oogones de ces anthéridies qui leur sont étroitement accolés pour opérer la fécondation. On voit partir du renflement terminal de l'anthéridie des tubes fécondateurs en forme d'entonnoir, qui approchent directement l'oogone. L'oogone non fécondée est remplie d'un protoplasma jaune, paraissant grisâtre par son opacité, tandis que celle qui est fécondée est brune, le protoplasma de son intérieur se transformant en une oospore parfaitement sphérique, en-

tourée d'une membrane épaisse, lisse, brune, à double contour, et qui est une spore durable. Son diamètre varie de $0^{\text{mm}},02$ à $0^{\text{mm}},027$; en moyenne il est de $0^{\text{mm}},024$.

Le duvet blanc des Cactus malades se compose de filaments du mycélium de l'intérieur, qui est sorti à travers les ouvertures en fente de la surface; ces fils se répandent sur la cuticule et s'y fixent au moyen de petits ramuscules qui partent à angle droit. De ces rameaux se lèvent des sporophores (*Fruchtträger*) sous forme de *hyphes* unicellulaires, qui souvent s'accolent à la cuticule et offrent au sommet un petit renflement pyriforme, qui grandit peu à peu et se remplit d'un plasma jaunâtre, et finit par se séparer, par une cloison, du fil qui lui a donné naissance. Ce sont là les corpuscules qui opèrent la propagation non sexuelle de cette *Peronospora*, corpuscules que de Bary désigne, pour la *Peronospora devastatrix*, comme des *Sporanges*, que l'on désignerait peut-être mieux comme *Conidies*. Au-dessous de la conidie, le fil continue à croître latéralement, pour offrir à son sommet de nouveau un renflement qui forme une seconde conidie, et ce genre de développement peut se répéter plusieurs fois.

La maladie provoquée par la *Peronospora cactorum*, Lebert et Cohn, ne paraît pas fréquente. Les Cactus malades ou putréfiés par d'autres causes offrent surtout des Mucorinées, des *Penicillium*, des *Fusispories*, des *Cladospories*, et les commencements de diverses *Sphæriacées* qui se montrent plus tard avec leurs fruits à la surface des Cactus morts; leur mycélium se compose ordinairement de fils bruns, multicellulaires, qui pénètrent dans les cellules du Cactus mort et contribuent à sa destruction ultérieure. Mais ces champignons ne sauraient être envisagés comme cause de la maladie de ces Cactus; ils constituent bien plutôt des champignons épigénétiques qui accompagnent ordinairement la putréfaction. (Lebert et Cohn, *Journal d'anat. et de physiol.*, 1870.)

CHAPITRE V

Étude à l'aide du microscope des maladies des vers à soie.

979. Pour déterminer la présence des cryptogames parasites dans le sang, les tissus et les organes des vers à soie, de leur chrysalide ou de leurs papillons, ainsi que des autres insectes, il faut

les préparer comme on le ferait pour étudier ces diverses parties à l'état sain (voy. les chap. II et III de la section précédente). On constate ensuite s'il y a ou non parmi leurs éléments anatomiques ou dans l'épaisseur de ceux-ci, des spores ou des mycéliums, etc... Il est nécessaire souvent de faire cet examen à l'aide de grossissements de 400 à 500 diamètres.

980. Dans les recherches de cet ordre, nous citerons en premier lieu la *muscardine*, maladie contagieuse produite, sur les vers à soie et autres insectes, par la végétation d'une mucédinée découverte par Bassi (*Botrytis Bassiana* Balsamo, Montagne). Cette plante peut se développer dans le corps des insectes vivants très-sains et très-vigoureux; elle se propage par ses sporules, qui sont déposées sur d'autres insectes par le contact immédiat ou par l'air. Quand ces spores tombent sur un ver à soie, elles pénètrent dans ses stigmates, etc. La germination de ces spores est d'autant plus rapide que les vers à soie sont dans un âge plus avancé. Ainsi, par exemple, six à huit jours suffisent dans le cinquième âge, pour amener la mort des vers infectés artificiellement. Dans les cas les plus ordinaires, vingt à vingt-quatre heures après sa mort, le ver prend une teinte rosée plus ou moins intense et devient de plus en plus dur. Ce n'est que vingt à vingt-quatre heures plus tard encore, suivant la température, qu'il commence à blanchir légèrement par la sortie des premiers rameaux du cryptogame. A partir de cette époque, ces rameaux croissent rapidement, rendent le ver de plus en plus blanc, et vers la centième heure la plante est en pleine fructification. Les spores se détachent au moindre toucher. Ces spores ont 5 millièmes de millimètres; elles sont sphériques et d'un blanc de neige, et s'élèvent dans l'air comme une poussière impalpable, se mélangent et se répandent partout avec les corpuscules de celle-ci.

981. La *flacherie* est une maladie des vers qui peut être spontanée, héréditaire, c'est-à-dire transmise d'une génération à une autre. Elle est due à un ferment qui se multiplie à l'infini dans le tissu de l'animal et le fait périr. Le ferment est constitué dans de très-petites cellules *ovoides* analogues à celles de la levûre de la bière, mais moitié plus petites au moins, se multipliant rapidement par gemmation, et que par suite on trouve disposées en chapelets ou série de cellules. On les voit se développer dans l'estomac pendant la digestion des feuilles de mûrier, et on les trouve aussi dans le sang et dans les tissus, en employant les grossissements de 400 à 500 diamètres. Le point de départ du ferment paraît résider dans la