effet, les plus importantes à connaître, celles qui permettent de définir la position de ces Champignons dans la classification végétale. C'est ainsi que *Botrytis cinerea* a disparu de la nomenclature pour faire place à *Peziza Fuckeliana*. De même, l'*Oïdium* de la Vigne a perdu sa valeur spécifique : il représente la forme conidienne d'un Ascomycète, du groupe des Périsporiacées, qu'on a appelé *Erysiphe Tuckeri*, bien que l'asque n'ait jamais été observée dans cette espèce, mais parce que l'étude du développement a permis de rattacher avec certitude au genre *Erysiphe* d'autres formes d'Oïdium. Pour certaines Moisissures communes, comme les *Penicillium*, les *Aspergillus*, dont les périthèces sont très rares, on a conservé toutefois les noms spécifiques qui avaient été appliqués aux appareils conidiens.

SIXIÈME LEÇON

Les Basidiomycètes et les Urédinées.

Les Basidiomycètes. — L'ordre des *Basidiomycètes*, qu'il nous reste à examiner pour terminer l'étude de la classe des Champignons, renferme les plantes que le vulgaire désigne le plus ordinairement de ce dernier nom (*fig.* 54) : le Champignon de couche, qu'on cultive sur du fumier, dans les galeries souterraines des carrières abandonnées de la banlieue de Paris et qu'on utilise couramment dans l'alimentation ; — la Chanterelle, le Cèpe, comestibles aussi ; — l'Amadouvier, dont certaines parties fournissent la matière connue sous le nom d'*amadou*, etc.

Étude d'un type : Psalliota campestris. — Pour acquérir une connaissance suffisante de l'organisation des Basidiomycètes, prenons un exemple commun, que chacun

peut se procurer aisément, le Champignon de couche : il appartient au grand genre *Agaric* et répondait naguère au nom d'*Agaricus campestris* ; mais comme il a fallu, en raison du grand nombre des espèces que renferme le genre Agaric, le décomposer en genres secondaires, le Champignon de

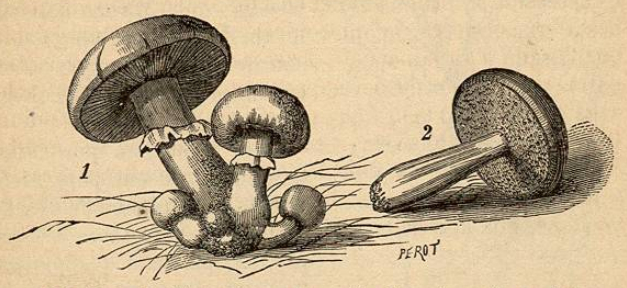


Fig. 54. — Basidiomycètes. — A gauche, Champignon de couche ; à droite, Cèpe.

couche a été rangé dans le genre *Psalliota* et a reçu la dénomination de *Psalliota campestris*.

Ce que l'on connaît généralement du Champignon de couche, ce qu'on utilise dans l'alimentation, c'est l'appareil sporifère : il se compose, comme chacun sait, d'une sorte de chapeau porté par un pied central et présentant sur sa face inférieure, tournée vers le sol, de nombreuses lamelles disposées en rayonnant.

Thalle. — Pour étudier l'appareil végétatif, le thalle du Champignon, soulevons le pied du chapeau avec un peu du fumier sur lequel il s'est développé. Nous verrons se détacher, de la base du pied, des rameaux blancs, enchevêtrés et anastomosés, qui constituent ce que les cultivateurs appellent le *blanc de Champignon* (*fig.* 55). Dissociés avec des aiguilles fines et vus au microscope, ces rameaux se montrent formés par des filaments cloisonnés transversalement, par conséquent pluricellulaires, mais étroitement feutrés, de manière que chaque rameau présente l'aspect d'un tissu. On se rappelle que lorsque le thalle d'un Champignon

se réduit à des filaments pluricellulaires, isolés les uns des autres, il reçoit le nom de *mycélium*; quand les filaments mycéliens s'enchevêtrent, comme ici, en un faux tissu, on donne à celui-ci le nom de *stroma*; nous dirons donc que le thalle du Champignon de couche est constitué par un mycélium pluricellulaire, feutré en stroma

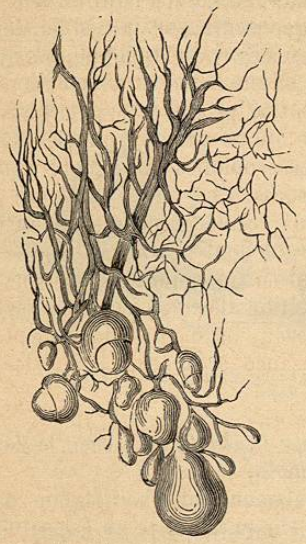


Fig. 55. — *Psalliota campestris.* — Mycélium portant des chapeaux en voie de développement.

C'est ce stroma que les cultivateurs utilisent pour multiplier le Champignon de couche : les fragments de *blanc de Champignon*, piqués à quelque profondeur dans le fumier qui constitue pour lui un milieu favorable, se développent en formant de nouveaux filaments mycéliens; ces derniers s'étendent dans le fumier, s'y enchevêtrent et propagent le stroma de proche en proche. C'est ce stroma qui vient plus tard affleurer à la surface du fumier et y former ses appareils reproducteurs.

Appareil sporifère. — Revenons à l'appareil sporifère du Champignon de couche et examinons de plus près la manière dont il forme et met en liberté les spores. Si on l'étudie quand il est encore très jeune, on observe que les lamelles portées par sa face inférieure ont une couleur blanche, à peine teintée de rose. Prenons une feuille de carton léger, une carte de visite par exemple; découpons dans cette feuille une ouverture suffisante pour laisser passer à frottement doux le pied du chapeau et disposons celui-ci dans un lieu où il soit à l'abri des chocs et des mouvements de l'air. Bientôt nous verrons le chapeau, dont la face supérieure était fortement convexe, s'épanouir et s'étaler dans un plan; en même temps, les lamelles prennent une coloration plus foncée, d'abord brune, puis presque noire; quand elles ont acquis cette teinte, on observe sur la feuille de carton, placée au-dessous d'elles, des traînées d'une poussière brune qui reproduisent exactement la disposition rayonnante des lames. Recueillons un peu de cette poussière et examinons-la au microscope; nous verrons qu'elle est formée par des corpuscules microscopiques et arrondis qui ne sont autre chose que des spores. Chacune d'elles comprend un protoplasme granuleux, renfermant un noyau; elle est protégée par une membrane dont la couche externe est uniformément cutinisée, sauf en un point qui constitue un *pore germinatif*. De la disposition affectée par les spores recueillies au-dessous du chapeau, on peut évidemment conclure qu'elles ont pris naissance à la surface des lamelles.

Placée dans des conditions favorables, une spore germe et forme un filament mycélien, qui se ramifie un grand nombre de fois, puis reconstitue un stroma semblable à celui qui avait fourni l'appareil sporifère. A l'occasion de recherches faites sur diverses maladies qui atteignent le Champignon de couche dans les carrières de la banlieue parisienne, MM. Costantin et Matruchot sont parvenus récemment à obtenir le développement complet de *Psalliota campestris* à partir de la spore : c'est ce que nous appellerons plus tard une *culture pure* de *Psalliota campestris*.

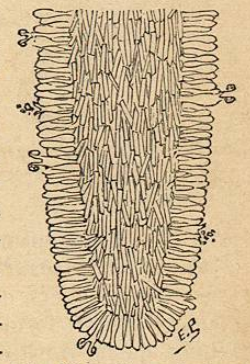


Fig. 56. — Coupe dans une lamelle de *Psalliota campestris*.

Comment se forment les spores à la surface des lamelles?

Une coupe transversale faite dans une lamelle jeune (*fig.* 56) montre qu'elle est formée de filaments enchevêtrés de ma-

nière à donner l'aspect d'un tissu ; c'est ce qu'on appelle un *faux tissu*. Ces filaments divergent assez régulièrement à partir du milieu de la lamelle, de façon à venir se terminer sur ses deux faces opposées. Les cellules qui occupent les extrémités des filaments se rapprochent étroitement les unes des autres et se juxtaposent, formant ainsi, à la surface de la lamelle, une fine membrane qui offre toutes les apparences d'une assise continue : c'est un *faux épiderme*, comme le tissu intérieur de la lamelle est un faux tissu ; on donne à cette assise externe le nom d'*hyménium*.

Parmi les cellules qui constituent l'hyménium, les unes restent stériles ; ce sont des *paraphyses* ; les autres sont fertiles et produisent des spores : ce sont des *basides*.

La *baside* (*fig.* 57) possède généralement une forme de massue, amincie vers l'intérieur de la lamelle, renflée du côté

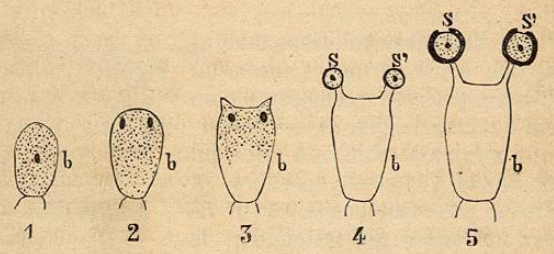


Fig. 57. — Phases successives du développement d'une baside de *Psalliota campestris* (schéma). — *b*, baside ; S, S', basidiospores.

de la surface externe. Jeune, elle contient un noyau unique ; bientôt ce noyau se divise en deux dans une direction transversale par rapport à l'axe de la baside. Puis chacun de ces noyaux se rapproche de la surface externe, entraînant avec lui une moitié du protoplasme. Plus tard chaque noyau, avec le protoplasme qui l'entoure, soulève la membrane de la baside, qui pousse vers l'extérieur une sorte de prolongement en forme de corne. Les deux appendices ainsi formés, auxquels on donne le nom de *stérigmates*, se renflent à leurs

extrémités, et les noyaux, avec leurs protoplasmes, s'engagent dans ces renflements. Une cloison transversale se forme à l'extrémité de chaque stérigmate et isole le renflement terminal, qui constitue dès lors une cellule indépendante. Cette cellule épaissit et cutinise sa membrane dans sa partie extérieure, sauf en un point directement opposé à son point d'attache sur le stérigmate ; bientôt, elle présente tous les caractères d'une spore, avec son pore germinatif. La rupture du stérigmate donne enfin la liberté à la spore, que les mouvements de l'air entraînent plus ou moins loin. Formées par les basides, les spores ont reçu le nom spécial de *basidiospores*.

Définition générale de la baside. — C'est suivant un procédé très analogue à celui que nous venons d'étudier que se forment toujours les spores des Basidiomycètes : elles prennent naissance, en nombre déterminé et par une sorte de bourgeonnement, sur une cellule mère qu'on désigne du nom de *baside*. Mais, tandis que la baside du Champignon de couche ne produit que deux spores, la plupart des basides en produisent quatre : à cet effet, le noyau primitif de la baside subit, non pas une seule bipartition, mais deux bipartitions successives. Parfois même une nouvelle bipartition donne naissance à huit noyaux, et le nombre des spores s'élève à huit par baside. Ce nombre peut même s'élever davantage encore ; il devient alors moins fixe et, dans une certaine mesure, indéterminé. Quand le nombre des spores produites par une baside perd ainsi sa fixité caractéristique, il n'est guère possible d'établir une distinction tranchée entre ces basidiospores et des conidies ordinaires. De là il est naturel de conclure que *la basidiospore doit être considérée comme une forme hautement différenciée de conidie*.

Variations du thalle. — Passons rapidement en revue les principales variations qu'éprouvent, dans l'ordre des Basidiomycètes, l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur.

Chez certains Basidiomycètes, tels que les Coprins, petits

Champignons à chapeaux qui se développent fréquemment sur le fumier de Cheval, l'appareil végétatif se réduit habituellement à un mycélium : les filaments pluricellulaires qui le constituent ne s'enchevêtrent pas assez étroitement pour former un stroma. Chez d'autres Basidiomycètes, au contraire, la différenciation de l'appareil végétatif est poussée plus loin que chez le Champignon de couche : le stroma forme, à l'intérieur du milieu sur lequel se développe le Champignon, des sortes de cordons cylindriques abondamment ramifiés, qui s'enfoncent en terre ou sous l'écorce des arbres. En raison de leur ressemblance avec des racines, ces cordons rameux ont reçu le nom de *rhizomorphes*. Les rhizomorphes d'*Armillaria mellea* qui pénètrent dans l'intérieur des racines des Pins ont la curieuse propriété de dégager de la lumière dans l'obscurité : c'est un phénomène de phosphorescence physiologique.

L'appareil végétatif des Basidiomycètes peut se compliquer davantage encore : les cordons stromatiques s'enchevêtrent les uns dans les autres et forment des massifs plus ou moins volumineux dans lesquels les cordons les plus externes épaississent, cutinisent et colorent fortement leurs membranes; ce sont des sclérotes, qui peuvent passer un temps plus ou moins long à l'état de vie ralentie. C'est ainsi qu'une espèce de Coprin, *Coprinus stercorarius*, quand elle se développe dans un milieu compact et peu aéré, dans la bouse de vache par exemple, y forme des sclérotes de couleur foncée, capables de germer plus tard et de donner naissance à de nouveaux filaments mycéliens.

Variations de l'appareil sporifère. — L'appareil hyménial des Basidiomycètes est susceptible aussi de nombreuses variations.

Chez les Théléphores (*Thelephora*), l'appareil sporifère, fixé à l'écorce des arbres, est un chapeau sessile, et l'hyménium, absolument lisse, en revêt uniformément la surface inférieure.

Chez les Chanterelles (*Cantharellus*), l'appareil sporifère (*fig.* 58) est un chapeau pourvu d'un pied sur lequel viennent

se perdre des côtes que porte la face inférieure du chapeau. C'est sur ces côtes qu'est localisé l'hyménium.

Dans les formes multiples qui appartiennent à l'ancien genre *Agaricus*, nous savons déjà que les basides sont localisées sur les lamelles rayonnantes que porte la face inférieure du chapeau.

Fig. 58. — Appareil reproducteur de Chanterelle.

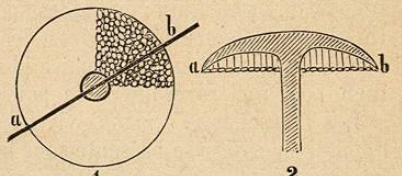


Fig. 59. — Appareil reproducteur de Bolet (schéma). — 1, le chapeau vu par sa face inférieure; 2, le même, coupé suivant un plan passant par l'axe du pied. (*ab* est la trace de ce plan sur celui de la première figure.)

Chez les Bolets (*Boletus*), tels que le Cèpe comestible, le chapeau est soutenu, comme chez les Agarics, par un pied central et c'est encore à sa face inférieure qu'est localisé l'hyménium; mais celui-ci occupe les faces internes d'un grand nombre de petits tubes, disposés verticalement et côte à côte comme des tuyaux d'orgue et ouverts à leurs extrémités inférieures (*fig.* 59). — Chez les Polypores (*Polyporus*), tels que l'Amadouvier, le pied vient s'attacher latéralement à la face inférieure du chapeau ou bien il peut manquer totalement, ainsi que chez les Théléphores; dans ce dernier cas, l'appareil sporifère, comme celui des Théléphores, est fixé par une large surface à l'écorce des arbres (*fig.* 60). Mais, que le chapeau soit sessile ou pédonculé, l'hyménium revêt

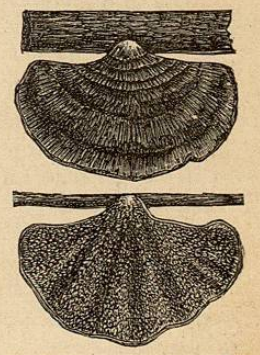


Fig. 60. — Appareil reproducteur de Polypore, vu par sa face supérieure (en haut) et par sa face inférieure (en bas).

ici, comme chez les Bolets, la surface interne de tubes cylindriques portés par la face inférieure du chapeau.

Chez les Vesse-loups (*Lycoperdon*), l'appareil sporifère, arrivé à maturité, forme une masse ovoïde dont la surface externe est stérile; cette masse est creusée intérieurement de cavités que séparent des cloisons et que tapisse intérieurement un hyménium ; quand les spores ont atteint leur maturité, les cloisons séparatrices des cavités se résorbent et l'enveloppe extérieure se déchire plus ou moins irrégulièrement pour mettre en liberté la poussière des spores mûres.

Les Trémelles (*Tremella*) vivent sur le bois mort; leur appareil sporifère se présente sous la forme d'une masse gélatineuse dont la surface est creusée de sillons irréguliers qui lui donnent une certaine ressemblance avec une masse cérébrale; la surface est sporifère dans toute son étendue.

Les Auriculaires (*Auricularia*) vivent en parasites sur les tiges ligneuses des plantes; l'Oreille de Juda (*Auricularia auricula Judæ*), par exemple, se développe à l'intérieur des branches du Sureau et vient former ses appareils sporifères en hiver à la surface des rameaux dépourvus de feuilles. Les appareils sporifères des Auriculaires ont la forme de lames gélatineuses, concaves-convexes, fixées au substratum par leurs faces convexes et produisant des spores dans toute l'étendue de leurs faces concaves.

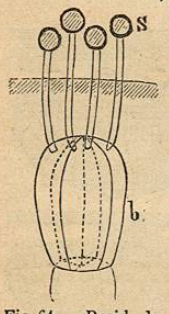


Fig. 61. — Baside de Trémelle (schéma). — *b*, la baside; S, les basidiospores. (Le trait pointillé indique la limite de la masse gélatineuse, marquée par des hachures.)

Variations de la baside. — Des modifications importantes se manifestent, chez certains Basidiomycètes, dans la structure même de la baside.

La baside des Trémelles (*fig.* 61) présente une forme ovoïde. A son extrémité libre, elle produit quatre stérigmates qui s'allongent considérablement de manière à porter les spores qui les terminent au-dessus de la surface libre d'une masse gélatineuse qui pénètre et enveloppe extérieurement tout l'appareil sporifère. Cette baside

présente ce caractère particulier d'être intérieurement divisée, par deux cloisons rectangulaires, en quatre cellules indépendantes dont chacune sert de base à un des quatre stérigmates.

Chez les Tulostomes (*Tulostoma*), Champignons dont l'appareil sporifère offre de grandes ressemblances avec celui des Vesse-loups, la baside (*fig.* 62) est cylindrique et de forme allongée; son noyau subit deux bipartitions successives, donnant naissance à quatre noyaux qui se disposent en file longitudinale; puis chacun d'eux, avec une partie du protoplasme de la baside, pousse un prolongement latéral et bientôt la baside sert de support à quatre stérigmates latéraux, terminés par autant de spores.

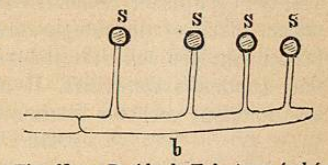


Fig. 62. — Baside de Tulostome (schéma). — *b*, la baside; S, les basidiospores. (Les stérigmates sont, en réalité, extrêmement réduits et les spores ne sont pas toutes fixées d'un même côté de la baside.)

La baside des Auriculaires (*fig.* 63) offre certaines ressemblances avec celle des Tulostomes; elle est allongée et cylindrique comme celle-ci, mais les deux bipartitions successives que subit son noyau sont suivies de cloisonnement : chacune des cellules qui résulte de ce cloisonnement sert de support à un des stérigmates.

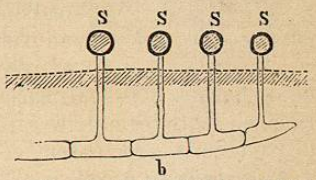


Fig. 63.— Baside d'Auriculaire (schéma). — *b*, la baside; S, les basidiospores. (Le trait pointillé indique la limite de la masse gélatineuse, marquée par des hachures. Même remarque que ci-dessus au sujet des stérigmates et de la position des spores.)

On voit que la baside des Trémelles se rapproche de la baside normale par la position terminale de ses stérigmates et qu'elle s'en distingue par son cloisonnement. Les basides des Tulostomes et des Auriculaires se séparent nettement de toutes les autres par la position latérale de leurs stérigmates; celle des Auriculaires se distingue de celle des Tulostomes par sa nature pluricellulaire : la baside des Auri-

culaires est à celle des Tulostomes ce que la baside des Trémelles est à la baside typique des Basidiomycètes.

Appareils conidiens. — On observe parfois, chez certains Basidiomycètes, des spores supplémentaires qui viennent s'ajouter à celles que fournit l'appareil hyménial, caractéristique de chaque groupe. Ces spores supplémentaires sont des *conidies* et les appareils qui les forment sont des *appareils conidiens*. Il n'est pas rare d'observer, par exemple, sur certains filaments dressés du mycélium de *Coprinus stercorarius*, des petits bouquets, latéraux ou terminaux, de spores allongées en forme de fines baguettes (*fig.* 64). Arrivées à maturité, ces conidies se séparent transversalement en une file d'articles qui bientôt se dissocient et sont disséminés. Ces articles se montrent très pauvres en réserves nutritives et, par suite, incapables de germer quand ils ne rencontrent que les conditions strictement nécessaires au passage de la vie ralentie à la vie active, c'est-à-dire de l'eau, de l'air et de la chaleur. S'ils sont placés, au contraire, dans un milieu riche en matières nutritives, ils commencent par augmenter de volume, s'arrondissent et enfin entrent en germination.

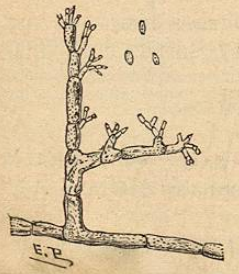


Fig. 64. — Appareil conidien de *Coprinus stercorarius*.

Caractères généraux des Basidiomycètes.— On voit, en résumé, que les Basidiomycètes peuvent être caractérisés d'abord par la structure cloisonnée ou pluricellulaire de leur thalle, puis par le mode de formation de leurs spores, qui naissent, en nombre déterminé (ordinairement quatre), par une sorte de bourgeonnement de cellules spéciales, dites *basides*.

Les Urédinées. — Il est une famille importante de Champignons que nous ne saurions passer sous silence et qu'on peut, dans une certaine mesure, rattacher à l'ordre des Basidiomycètes : c'est la famille des *Urédinées*. On réunit, sous le nom d'Urédinées, des Champignons à thalle

cloisonné ou pluricellulaire qui infestent les plantes vivantes et plus spécialement leurs feuilles. Les spores des Urédinées se forment à la surface des plantes infestées et y produisent des taches, colorées de teintes diverses, auxquelles les cultivateurs donnent généralement le nom de *rouille*.

Etude d'un type : Puccinia graminis.— Nous pourrons prendre comme type de cette famille le Champignon qui produit la *rouille du Blé*. Son développement a été étudié avec beaucoup de soin par Tulasne, dont les observations ont été complétées depuis par d'autres savants : il est maintenant connu à peu près dans ses moindres détails.

On voit souvent se former en été, à la surface des feuilles du Blé, des lignes parallèles aux nervures et présentant une couleur jaune orangée (*fig.* 65). Ces taches sont connues depuis longtemps des agriculteurs sous le nom de *rouille orangée* du Blé. Si on fait une coupe transversale de la feuille attaquée, au niveau d'une de ces taches, on voit que le corps de la feuille est envahi par un grand nombre de filaments, cloisonnés et ramifiés, qui s'insinuent dans les méats intercalés entre les cellules, sans attaquer celles-ci et, par conséquent, sans produire aucune déformation sensible du corps de la plante. Au voisinage immédiat de la surface, certains filaments soulèvent et déchirent l'épiderme et se terminent par de grosses spores, à protoplasme orangé, à membrane peu colorée, mince, verruqueuse, pourvue de

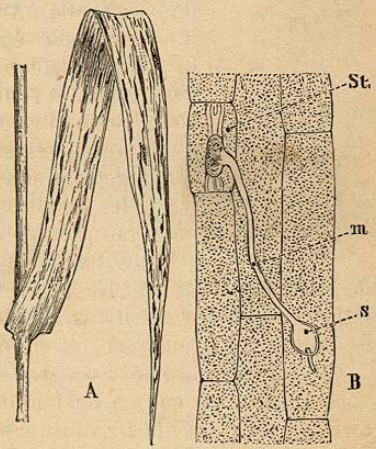


Fig. 65. — *Puccinia graminis*, — A, rouille du Blé; B, germination d'une urédospore (S) et pénétration de son tube germinatif (*m*) à travers un stomate (St) d'une feuille de Blé.

quatre pores occupant quatre points équidistants sur l'équateur de la cellule (*fig.* 66). Ce sont ces spores qui, serrées étroitement les unes contre les autres, communiquent à la tache de rouille sa couleur orangée. Détachées de leurs pédicelles et disséminées par le vent, ces spores peuvent tomber à la surface de plantes voisines appartenant à la même espèce. Une spore fixée, par exemple, sur une feuille, y passe quelque temps à l'état de vie ralentie ; puis elle germe, son tube germinatif pénètre dans le corps de la plante à travers l'ouverture d'un stomate, s'enfonce et se ramifie dans les interstices des cellules sous-jacentes (*fig.* 65, B) ; après un temps qui varie de six à dix jours, le pied attaqué par la spore est complètement envahi par la rouille. On a donné au Champignon qui produit la rouille orangée du Blé le nom d'*Uredo linearis*, et les spores orangées, dont le rôle évident est de disséminer l'espèce, ont été qualifiées du nom d'*urédospores*.

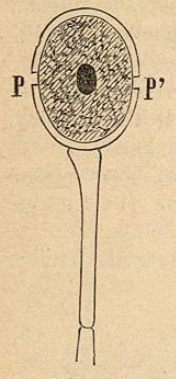


Fig. 66. — Une urédospore, très grossie. — *p*, *p'*, pores germinatifs.

Vers la fin de l'été, un peu avant l'époque de la moisson, l'aspect des pieds de Blé attaqués subit une modification. Les lignes parallèles qui avaient, au début de l'été, une couleur orangée, prennent alors une couleur beaucoup plus foncée, tournant vers le noir ; c'est ce que les cultivateurs désignent sous le nom de *rouille noire* du Blé. Une coupe transversale, faite alors au travers d'une feuille attaquée, montre que les urédospores ont à peu près disparu ; elles sont remplacées par des spores d'aspect très différent (*fig.* 67). Portée à l'extrémité d'un pédicelle, chacune d'elles (*fig.* 68) est divisée par une

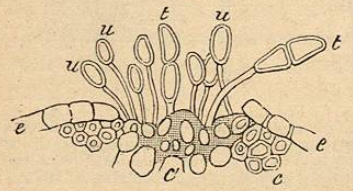


Fig. 67. — Coupe à travers une tache de rouille du Blé. — *c*, épiderme de la feuille, soulevé ; *u*, urédospores ; *t*, téleutospores.

cloison transversale en deux cellules juxtaposées ; elle est, en un mot, bicellulaire. Chaque moitié de la spore comprend un protoplasme à peu près incolore, enveloppé d'une membrane épaisse, fortement colorée et cutinisée. Cette cutinisation s'étend au pédicelle lui-même ; elle ne respecte, dans chacune des moitiés de la spore, qu'un point qui constitue un *pore germinatif*. Fixée solidement à son support par un pédicelle cutinisé, cette spore nouvelle ne s'en détache pas à la façon d'une urédospore. On a donné primitivement au Champignon qui produit la rouille noire le nom de *Puccinia graminis* et à ses spores bicellulaires le nom de *téleutospores*. L'étude attentive du développement de la rouille du Blé a montré que *Puccinia graminis* n'est pas autre chose qu'un état nouveau d'*Uredo linearis* ; les deux espèces n'en forment qu'une.

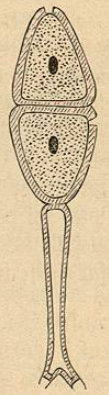


Fig. 68. — Une téleutospore, très grossie.

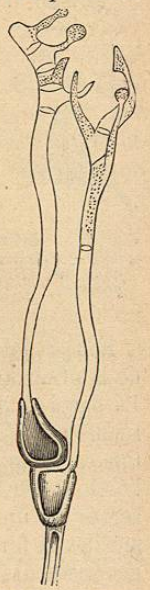


Fig. 69. — Germination d'une téleutospore.

Les téleutospores, organisées pour résister à des conditions défavorables, passent l'hiver à l'état de vie ralentie sur les tiges ou les feuilles de Blé infestées par la rouille. Au printemps, elles germent dans l'air humide (*fig.* 69). Chaque moitié de la spore bicellulaire produit un filament ou *promycélium* qui s'en échappe par le pore germinatif, divise plusieurs fois son noyau et se cloisonne transversalement en un certain nombre de cellules. Bientôt chacune des quatre cellules terminales du filament pousse latéralement un prolongement dont l'extrémité se renfle et se différencie en une spore. Ces spores très légères ou *sporidies* se détachent de leurs supports et sont entraînées par le vent. Où et comment germent-elles ?

Jamais une sporidie ne germe sur le Blé ni sur aucune Graminée voisine. Mais si, d'aventure, elle tombe sur une feuille fraîchement épanouie d'Epine-vinette (*Berberis vulgaris*), elle s'y fixe et ne tarde pas à y germer. Le tube germinatif perce successivement les deux parois opposées de la cellule épidermique sur laquelle était tombée la spore; puis il se cloisonne, se ramifie et forme un mycélium qui s'étend dans les espaces intercellulaires de la feuille. Il s'accroît en même temps que celle-ci et, pendant que la feuille achève son développement, il vient former, sur ses deux faces opposées, deux sortes de taches : à la face supérieure de la feuille d'Epine-vinette apparaissent de petites taches; la face inférieure porte des taches sensiblement plus grandes (*fig.* 70). La nature et l'origine de ces taches sont établies par une coupe transversale de la feuille attaquée (*fig.* 71).

Fig. 70. — Une feuille d'Epine-vinette, attaquée par *Puccinia graminis*.

Sous la face supérieure de la feuille se creusent des sortes de bouteilles qui s'ouvrent par d'étroits orifices ou *ostioles*. La paroi de la bouteille est formée par une couche de filaments mycéliens, étroitement serrés, de laquelle se détache une sorte de pinceau de poils, qui fait saillie au niveau de l'ostiole. Du fond de la bouteille partent d'autres rameaux, serrés les uns contre les autres, plus courts que les poils stériles et formant à leurs extrémités, par une série de bourgeonnements successifs, de véritables chapelets de conidies. Les premiers observateurs qui ont décrit ces curieuses productions à la face supérieure des feuilles d'Epine-vinette ont donné au Champignon qui les provoque le nom d'*Œcidiolum exanthematum*; ils ont désigné les bouteilles sporifères du nom d'*écidioles*, et les spores qui s'y forment du nom d'*écidiolispores*.

Les écidiolispores, dépourvues de réserves nutritives, germent difficilement. Quand elles rencontrent un milieu suffisamment nutritif, elles grossissent, puis germent et

forment des spores secondaires ou *sporidies* qui contribuent à disséminer le Champignon dans les feuilles voisines d'Epine-vinette ; il est probable, bien que le fait n'ait pas été observé directement, que le tube germinatif, issu d'une sporidie, perce une cellule épidermique pour pénétrer dans la feuille qu'il attaque.

Sous la face inférieure de la feuille d'Epine-vinette, au niveau d'une des larges taches, on observe une masse sphérique, formée de files pluricellulaires, étroitement serrées les unes contre les autres, de manière à simuler un tissu compact. Ce massif est entouré extérieurement par une couche de minces filaments enchevêtrés. Arrivé à maturité, il repousse et déchire l'épiderme de la feuille et s'épanouit

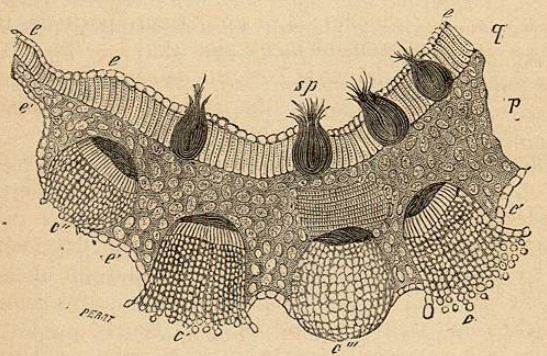


Fig. 71. — Coupe à travers une feuille d'Epine-vinette, attaquée par *Puccinia graminis*, — *e*, *e'*, épiderme de la feuille; *q*, tissu en palissade; *p*, tissu lacuneux; *sp*, écidioles; *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, écidies, de plus en plus jeunes.

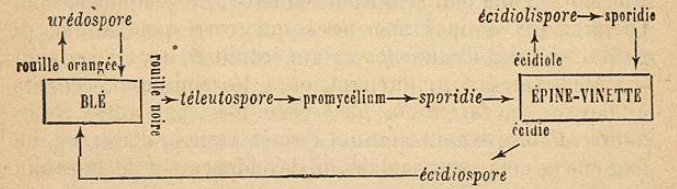
en une sorte de coupe largement ouverte. La paroi de cette coupe est formée d'une assise de cellules, de forme à peu près hexagonale; le fond est occupé par une assise de longues cellules dont chacune se prolonge par une des files qui constituent le corps même du massif. Il devient alors manifeste que chacune de ces files n'est pas autre chose qu'une série de conidies produites successivement par la cellule qui lui sert de base : d'abord polyédriques, par suite de la pression

qu'elles exercent les unes sur les autres d'une file à la suivante, ces spores ne tardent pas à s'écarter, à s'arrondir, et elles forment, à la surface même de la feuille, une masse pulvérulente que le vent dissémine facilement. L'assise pluricellulaire qui entoure le massif des conidies s'insère aussi par sa partie profonde sur un cercle de courts rameaux qui lui sert de base: les éléments qui forment cette assise ont donc la même valeur morphologique que les chapelets de conidies auxquels elles constituent une enveloppe protectrice. C'est sous le nom d'*Œcidium Berberidis* qu'on a d'abord décrit le Champignon qui provoque les taches de la face inférieure d'une feuille d'Epine-vinette ; on a donné le nom d'*écidies* aux coupes sporifères qui correspondent à ces taches, et celui d'*écidiospores* aux conidies dont elles sont bourrées. On sait maintenant, et la description précédente en fait foi, qu'*Œcidium Berberidis* n'est pas autre chose qu'*Œcidiolum exanthematum*; l'un et l'autre, d'ailleurs, ne sont que des états particuliers du développement de *Puccinia graminis*.

Les écidiospores sont incapables de germer sur l'Epine-vinette; il faut, pour qu'elles poursuivent leur développement, que les mouvements de l'air les apportent sur des feuilles de Blé. La spore qui se trouve placée dans ces conditions ne tarde pas à produire un tube germinatif qui pénètre dans la feuille par l'ouverture d'un stomate et reconstitue bientôt un nouveau mycélium semblable à celui qui provoque la rouille ; il suffit de six à dix jours pour que ce mycélium ait achevé son développement jusqu'à la formation des spores.

Nous voilà ainsi revenus à notre point de départ. Le Champignon, dont nous venons de faire l'étude, a passé par deux états successifs. Dans le premier, il envahit les feuilles du Blé et produit alors deux sortes de spores : les unes, les urédospores, ont pour fonction de disséminer l'espèce sur le Blé; les autres, les téleutospores, ont pour rôle de la conserver pendant l'hiver. De la germination des téleutospores sort un promycélium qui produit à son tour des sporidies,

incapables de germer sur le Blé. Ce n'est qu'en tombant sur les feuilles de l'Epine-vinette que les sporidies sont capables de poursuivre leur développement. Elles fournissent alors un mycélium qui envahit la feuille tout entière ; c'est le second état de notre Champignon. Sous cette nouvelle forme, il produit deux sortes de spores : les unes, les écidiolispores, servent uniquement à disséminer l'espèce sur l'Epine-vinette; les autres, les écidiospores, la transmettent de l'Epine-vinette au Blé, où elle reprend le cycle de son développement. Ce cycle peut être représenté, d'une manière schématique, par le tableau suivant :



Ayant établi définitivement la continuité de toutes les formes qui avaient été précédemment décrites sous des noms différents, les botanistes ont dû, pour se conformer aux règles de la nomenclature, abandonner tous ces noms, sauf un seul. Comme, de toutes les formes de spores que possède l'espèce qui vient d'être décrite, celle qui se rencontre le plus constamment chez les espèces voisines et se manifeste, par conséquent, comme la plus caractéristique, est la téleutospore, marquant le terme du développement de *Puccinia graminis*, c'est à cette dernière dénomination qu'on a dû s'arrêter pour désigner l'espèce.

L'étude du développement de *Puccinia graminis*, que nous venons de faire avec quelques détails, présente un grand intérêt parce qu'à un polymorphisme très grand de l'appareil reproducteur, s'ajoute cette condition nouvelle, que le développement du Champignon ne peut s'accomplir que s'il passe successivement, et dans un ordre déterminé, par deux hôtes différents, le Blé et l'Epine-vinette : au polymorphisme se

joint l'*hétérœcie*; on dit encore que le Champignon est *hétéroïque*.

Cette hétérœcie est-elle absolument nécessaire au développement de l'espèce? C'est une question encore controversée, même en ce qui concerne *Puccinia graminis*. Il existe, d'ailleurs, des Champignons appartenant au groupe des Urédinées et dont le développement total s'accomplit sur un seul et même hôte : ce sont des Urédinées *homoïques* ou *autoïques*.

L'autoœcie, favorable au développement de l'espèce, entraîne la disparition d'un certain nombre des formes multiples de spores que possèdent les Urédinées hétéroïques; la téleutospore est la forme qui se conserve avec le plus de constance quand toutes les autres ont disparu.

Quoi qu'il en soit, l'hétérœcie est la condition ordinaire du développement de *Puccinia graminis*, et de cette observation la culture peut tirer une conséquence pratique. Depuis longtemps déjà, on avait remarqué la fréquence de la rouille dans les champs de Blé bordés par des haies d'Epine-vinette. Maintenant qu'on connaît le passage du Champignon qui provoque la maladie par les feuilles de l'Epine-vinette, cette observation s'explique aisément. Comment, dès lors, empêcher la propagation de la rouille? Un remède bien simple consiste à proscrire absolument l'Epine-vinette du voisinage des terres à Blé : l'Epine-vinette manquant, le développement de la Puccinie se trouve arrêté.

Place des Urédinées dans la classification. — Il nous reste à déterminer la position que doivent occuper les Urédinées dans la classification des Champignons. Ce qu'il y a de plus constant dans le développement de ces parasites, c'est l'existence d'une spore de conservation, à membrane fortement cutinisée et présentant toujours des caractères assez analogues à ceux de la téleutospore de *Puccinia graminis*; c'est aussi la formation, aux dépens de cette téleutospore, d'un appareil végétatif très réduit, d'un promycélium, en un mot, qui produit des spores de dissémination. Si nous cherchons, parmi les Champignons dont nous avons

déjà fait l'étude, quelque forme que nous puissions comparer soit au promycélium, soit aux sporidies qui en dérivent, c'est parmi les Basidiomycètes que nous les trouverons. Les sporidies ne prennent-elles pas naissance à la surface du promycélium, comme les basidiospores à la surface d'une baside? et le promycélium lui-même n'offre-t-il pas une ressemblance frappante, au moins dans sa partie terminale, avec la baside cloisonnée des Auriculaires? La téleutospore, si on veut y regarder de près, ne se comporte pas comme une spore véritable, puisqu'elle ne donne pas directement un véritable thalle; elle représente, dans le développement du Champignon, une sorte de temps d'arrêt qui précède immédiatement la formation de la baside : à ce temps d'arrêt correspond un phénomène d'*enkystement*; pour exprimer ce rôle de la téleutospore, on peut lui donner le nom de *probaside*. Ainsi, par une chaîne ininterrompue, dont les Tulostomes et les Auriculaires seraient des anneaux, la famille des Urédinées se trouve rattachée à l'ordre des Basidiomycètes; on pourrait considérer les Urédinées comme des Basidiomycètes profondément modifiés par le parasitisme.

Classification des Champignons. — Avec cette leçon, nous avons terminé l'étude, nécessairement sommaire, de la classe immense des Champignons. En laissant de côté un grand nombre de formes dont la position est encore douteuse, nous avons vu qu'elle peut être divisée, conformément à la classification récemment proposée par M. Van Tieghem, en quatre ordres seulement :

1° l'ordre des *Oomycètes*, comprenant tous les Champignons qui ont un thalle continu et qui produisent des œufs;

2° l'ordre des *Myxomycètes*, renfermant tous ceux qui ont un thalle divisé en cellules dépourvues de membranes cellulosiques, dissociées et motiles;

3° l'ordre des *Ascomycètes*, dont le thalle est divisé en cellules pourvues de membranes cellulosiques et immobiles, et qui forment leurs spores, en nombre déterminé, *dans* des cellules-mères spéciales qu'on appelle des *asques*;

4° l'ordre des *Basidiomycètes*, dont le thalle présente les

mêmes caractères que celui des Ascomycètes, et qui forment leurs spores, en nombre déterminé, *sur* des cellules-mères spéciales appelées *basides*.

Le tableau suivant permet d'embrasser d'un coup d'œil les traits essentiels de cette classification fort simple :

CLASSE.			ORDRES.
CHAMPIGNONS à thalle pourvu de membranes cellulosiques et immobile.	cloisonné et ne formant pas d'œufs.	formant ses spores en nombre déterminé *sur* des *basides*.....	*Basidiomycètes.*
		formant ses spores en nombre déterminé *dans* des *asques*.....	*Ascomycètes.*
	continu et formant des œufs.....		*Oomycètes.*
à thalle dépourvu de membranes cellulosiques et motile.....			*Myxomycètes.*

SEPTIÈME LEÇON

Les Cyanophycées et les Chlorophycées.

Les Algues. — La classe des *Algues* comprend des Thallophytes vivant généralement dans l'eau ou tout au moins dans un air très humide. Elles diffèrent essentiellement des Champignons par la présence, dans leurs cellules, d'une matière colorante verte qu'on désigne du nom de *chlorophylle*. Cette substance peut être simplement répandue dans le protoplasme, qu'elle imprègne uniformément; mais, le plus souvent, elle est localisée dans des corpuscules spéciaux, de forme déterminée, inclus dans le protoplasme et appelés *corps chlorophylliens*.

On peut montrer aisément que toutes les Algues renferment de la chlorophylle. Cependant, si beaucoup d'entre

elles sont vertes, d'autres sont brunes ou rouges, ce qui pourrait faire supposer, au premier abord, qu'elles en sont dépourvues. Elles n'en renferment pas moins ce pigment; mais il est masqué par une autre substance colorante, brune ou rouge suivant les groupes d'Algues qu'on étudie. On peut s'en assurer facilement en chauffant, avec une allumette, un fragment de *Fucus*, Algue brune et marine plus connue sous le nom de Varech : on voit immédiatement verdir la partie chauffée; la substance brune a été détruite par la chaleur. On peut aussi faire bouillir dans l'eau douce l'Algue brune ou rouge qu'on a extraite de la mer : bientôt elle verdit en communiquant sa teinte, brune ou rouge, à l'eau douce, qui dissout le pigment surnuméraire, tandis que la chlorophylle y est insoluble.

Fig. 72. — Thalle de *Caulerpa*.

Grâce à la présence de la chlorophylle, les Algues peuvent, comme nous le verrons plus tard, décomposer l'anhydride carbonique et en fixer le carbone; elles sont, par suite, capables d'élaborer, de toutes pièces, les substances carbonées nécessaires à leur nutrition et elles peuvent avoir, dans le milieu qu'elles habitent, une existence indépendante, à la façon de la plupart des plantes supérieures.

Le thalle des Algues peut présenter tous les degrés de complication : sa structure est parfois continue; fréquemment, au contraire, elle est cloisonnée. Par une sorte de compensation, c'est souvent quand la structure est continue que la forme extérieure du corps atteint sa complication la plus grande. C'est ainsi que, chez les Algues du genre *Caulerpa* (*fig.* 72), le thalle, qui possède une structure continue,