

Contribution à l'étude de quelques parasites du Blé.

Travail couronné du prix Classen.

Par

M. Louis Mangin.

Docteur ès sciences, Professeur au Lycée Louis le Grand.

Avec trois planches (I—III).

Devise: Rien à demi.

Lorsqu'on examine des plants de blé en pleine végétation soit au printemps, soit en été, et pendant les années humides, on aperçoit dans les tissus du limbe des feuilles et des gaines foliaires, un nombre assez considérable de fructifications variées appartenant aux Ascomycètes ou aux formes affines. Considérées d'abord comme des saprophytes, elles n'attiraient guère que l'attention des cryptogamistes, les agriculteurs ne leur accordaient aucune importance et attribuaient aux conditions climatiques défavorables, la diminution plus ou moins grande de la récolte.

Depuis quelques années, on a étudié de plus près ces diverses formes et l'on commence à soupçonner qu'elles ne sont pas aussi inoffensives qu'on le croyait jusqu'ici.

Le présent travail est une contribution à nos connaissances sur les parasites capables d'enrayer l'évolution complète du grain de blé et de causer par suite un déficit souvent consi-

dérable dans la récolte. Il est divisé en deux parties: la première consacrée au *Septoria graminum* Desm. ou *Destructeur des feuilles du Blé*; la seconde est relative à la *Maladie du pied du Blé* ou *Piétin*.

I.

Sur le *Septoria graminum* Desm. ou destructeur des feuilles de blé.

1° *Preliminaires*. — Le *Septoria graminum* Desm. a été décrit depuis longtemps par Desmazières¹⁾, mais on n'est pas encore fixé sur la réalité de son parasitisme.

Dans une courte communication M. B. Frank²⁾ a énuméré un certain nombre d'espèces rencontrées communément en Allemagne dans les cultures, et parmi ces espèces se trouve le *Septoria graminum* Desm., trouvé presque toujours en mélange avec le *Leptosphaeria Tritici*. M. Frank suppose que la première de ces deux espèces n'est que la forme à pycnides de la seconde et il s'exprime ainsi au sujet des relations qu'elles présentent et des dommages attribués au *Septoria graminum*.

..... «Les périthèces (du *Leptosphaeria Tritici*) apparaissent habituellement sur les feuilles malades des plants de blé dans un état assez avancé, ils mûrissent au moment de la moisson au plus tard, leurs spores sont ainsi favorablement disposées pour l'hivernage. Par contre, aussitôt qu'elles sont

¹⁾ J.-B. Desmazières, Dixième notice sur quelques plantes cryptogames pour la plupart inédites, récemment découvertes en France. Ann. Sc. nat. Bot., 2^e série, T. XIX, p. 335, 1863.

²⁾ B. Frank, *Die unseren Deutschen Getreidepilze*. Bericht. d. Bot. Gesells. Bd. XIII, 1895.

malades, les feuilles des jeunes plants de blé sont envahis par le *Septoria graminum* nommé plus bas et qui, peut-être, appartient au groupe du *Leptosphaeria Tritici*. Il est vrai que les champignons du blé qui restent à énumérer se présentent en commun avec le *Leptosphaeria*, mais ce n'est pas régulier, tandis que le *Septoria graminum* a été constamment rencontré.»

«Sous la forme *Septoria*, le champignon détruit déjà les jeunes blés d'été et d'hiver au printemps; souvent le pied de blé périt et on doit l'enterrer à coups de pioche; le champignon amène aussi la mort prématurée et le brunissement des feuilles; chez des plantes déjà robustes, la formation des grains est d'autant plus retardée que la maladie apparaît plus tôt.»

Bien qu'il ne cite aucune expérience d'inoculation, M. Frank n'hésite pas, comme on le voit, à affirmer le parasitisme du *Septoria graminum*. Quant aux relations que cette espèce offrirait d'après M. Frank, avec le *Leptosphaeria Tritici*, elles ne peuvent être admises depuis les observations de Janczewski¹⁾. Cette auteur a semé le *Leptosphaeria Tritici* sur les céréales et, quand il s'est développé, il n'a pas produit d'autre forme de fructification que les périthèces à ascospores; M. de Janczewski n'a pas observé la forme *Septoria*; en outre, ses recherches l'amènent à conclure que le *Leptosphaeria Tritici* n'est pas un parasite, ce champignon n'apparaît que sur les plants de blé déjà languissants.

Un élève de M. Frank, M. Krüger²⁾ a cherché à établir le parasitisme du *Septoria graminum* Desm.

Après avoir rappelé les dimensions des pycnides et des spores, M. Krüger ajoute quelques renseignements sur la maladie attribuée au *Septoria graminum*.

..... «Les plantes sont attaquées à tout âge de la vie, la

¹⁾ Edw. Janczewski, *Recherches sur le Cladosporium herbarum et ses compagnons habituels sur les Céréales*, Cracovie, 1896.

²⁾ Fr. Krüger, *Beiträge zur Kenntniss von Septoria graminum* Desm. Bericht. d. D. Bot. Gesellsch. Bd. XIII, 1895, p. 737.

maladie progresse de la pointe vers la base de la feuille, attaquant successivement une feuille après l'autre, celles-ci changent de couleur, deviennent ternes, et meurent bien avant le terme de leur végétation. En conséquence la formation du grain est incomplète, ou bien les plantes succombent à la floraison. Dans l'été de 1894, ces phénomènes furent fréquents en Allemagne et beaucoup de récoltes furent détruites.»

M. Krüger a étudié d'abord la germination des spores soit dans une décoction de jus de pruneaux, soit dans une décoction de blé; la germination a lieu de la même manière dans les deux milieux, mais dans la décoction de blé, le développement est luxuriant et il se forme de nombreuses sporidies qu'un léger ébranlement dissocie.

L'auteur a procédé ensuite à des expériences d'inoculation accomplies avec un luxe de précautions qui paraît excessif pour des cultures exécutées en plein air et faites avec des pycnides qu'il est impossible de séparer des impuretés, spores et bactéries qui les accompagnent ordinairement. Le lieu d'inoculation paraît d'ailleurs assez mal choisi, car les gaines foliaires sont les régions où j'ai très rarement observé les fructifications du *Septoria*.

L'inoculation ayant été réalisée sur les gaines foliaires, M. Krüger constata qu'aux points d'inoculation, la feuille ou la gaine se décolorent, tandis que les parties voisines demeurent vertes, bientôt toute la feuille commence à se décolorer et à mourir à partir du sommet. A ce moment, l'observation microscopique des régions inoculées montre que tout le tissu de la feuille est traversé par un mycélium cloisonné. Il n'est pas du tout question de l'apparition des fructifications du *Septoria graminum* sur les blés ainsi ensemencés; aussi, malgré le luxe de précautions dont M. Krüger s'est entouré pour faire le semis, la preuve expérimentale du parasitisme n'est-elle pas faite; rien ne démontre que le mycélium dont on a constaté l'existence soit celui du *Septoria graminum* Desm.

2° *Observations spéciales.* — J'ai eu l'occasion cette année d'observer une invasion assez importante de la même espèce dans le courant de l'hiver sur des blés cultivés dans le territoire de Galande (Seine & Marne). M. Brandin qui dirige cette exploitation avec une pratique éclairée et une science profonde, a bien voulu me permettre de faire quelques observations intéressantes sur la biologie d'une espèce qui doit maintenant être définitivement considérée comme un parasite.

C'est au commencement du mois de février dernier, en visitant une pièce de terre où le piétin avait sévi l'année précédente, que j'observai de nombreuses feuilles de blé à moitié détruites par un champignon dont les fructifications apparaissaient en grand nombre sous l'aspect de points noirs ou bruns (fig. 1).

Ces fructifications sont les pycnides d'un *Septoria*, renfermant des spores allongées, filiformes, rectilignes, ou le plus souvent courbées. Par leurs dimensions, par leur homogénéité et l'absence de cloisons transversales, ces spores répondent bien à la description donnée par Desmazières¹⁾ pour le *Septoria graminum*, sauf que je n'ai pas observé le caractère reproduit par M. Prillieux²⁾ «que l'une des extrémités était plus grosse que l'autre». J'ai bien vu parfois que l'une des extrémités était un peu plus pointue, mais cette différence n'est pas constante, elle paraît due à ce que la germination débute ordinairement plus tôt à l'un des bouts qu'à l'autre.

Je n'aurais pas cependant hésité à rapporter l'espèce rencontrée au *Septoria graminum*, si la dimension des pycnides n'était entièrement différente de celle que leur assigne Desmazières.

Dans l'espèce décrite par cet auteur «les périthéciums (pycnides) sont invisibles à l'œil nu et plus rapprochés que

¹⁾ Desmazières, loc. cit.

²⁾ Prillieux, *Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers causées par les parasites végétaux*. T. II, p. 302. Paris. Didot. 1897.

dans le *Septoria Tritici*. Ils forment par leur réunion des taches allongées et comme nébuleuses»

La forme que j'ai rencontrée (fig. 1) a des pycnides toujours visibles à l'œil nu, les plus grosses ayant 0^{mm},12 à 0^{mm},20, c'est-à-dire en moyenne 1 à 2 dixièmes de millimètre de diamètre. Il est vrai qu'à côté de ces pycnides géantes, on en voit un certain nombre d'autres, petites, d'un diamètre égal à

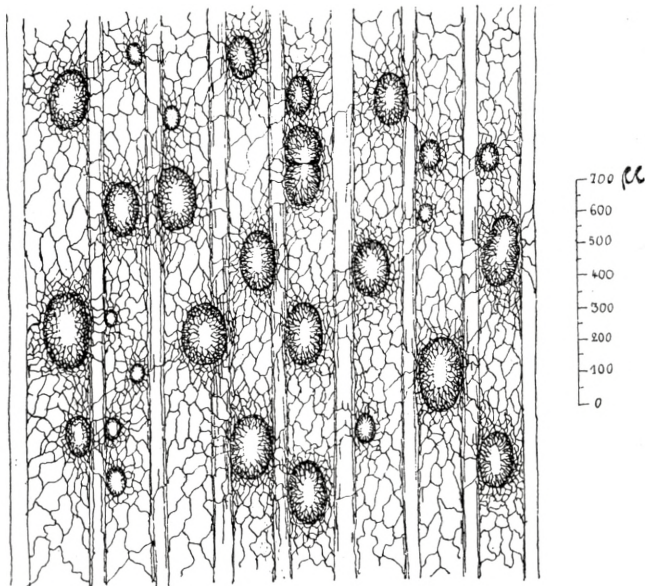


Fig. 1. Aspect d'une feuille de blé récoltée à Galande en février 1898. — Elle est envahie par les pycnides volumineuses du *Septoria graminum*.

0^{mm},05 et 0^{mm},08 qui ont la même structure que les précédentes et renferment des spores de même taille ou à peine plus petites.

Mais les semis que j'ai réalisés avec succès sur les feuilles de blé, comme on le verra plus bas, ont montré que la dimension des pycnides n'est pas un caractère constant. D'ailleurs les nombres fixés par Frank dépassent les dimensions adoptées par Desmazières, car il donne les valeurs 0^{mm},06 et 0^{mm},07 qui dépassent le 20^e de millimètre, limite des objets perceptibles

à l'œil nu pour une vue normale. J'incline donc à penser que la forme rencontrée au mois de février dernier sur les blés de Galande est bien le *Septoria graminum* Desm.

3° *Pycnides*. — Les pycnides sont ovoïdes ou sphériques, ordinairement isolées, parfois réunies par groupes de deux et toujours disposées de manière à ouvrir leur ostiole sous un stomate (fig. 2). Quand elles sont confluentes, elles peuvent s'ouvrir dans le même ostiole, mais parfois aussi elles s'ouvrent dans deux ostioles voisins. Elles ont une couleur fauve pâle

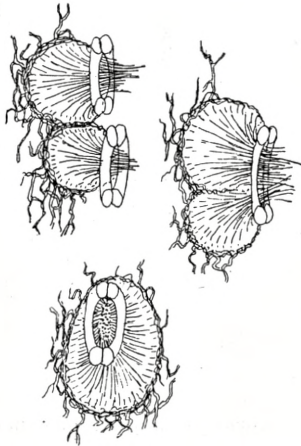


Fig. 2. Pycnides de *Septoria graminum*.

qui passe peu à peu au brun foncé. Leur paroi est formée par un faux parenchyme dont les cellules, intriquées dans tous les sens, ont des membranes brun foncé sur toute la surface sauf au voisinage de l'ostiole sous le stomate, où elles deviennent presque incolores, de manière à former en ce point une aire transparente.

4° *Spores*. — Les spores sont homogènes et ne laissent apercevoir aucune trace de segmentation, elles ont environ $1,5\mu$ de diamètre et en moyenne une longueur de 60 à 75μ (fig. 3, II). Nous verrons plus loin que les dimensions peuvent dépasser parfois ou rester en deçà de ces limites.

Quand on examine les spores mûres après coloration par le bleu d'aniline soluble (bleus de triphénylméthane trisulfonés, désignés dans le commerce sous le nom de bleus papier, bleus coton, etc.), et dans l'acide lactique, on voit que la masse protoplasmique dense se colore très fortement et laisse apercevoir, à de forts grossissements, 3, 4 ou 5 lignes claires correspondant des cloisons (fig. 3, II). D'ailleurs, l'existence des cloisons qui

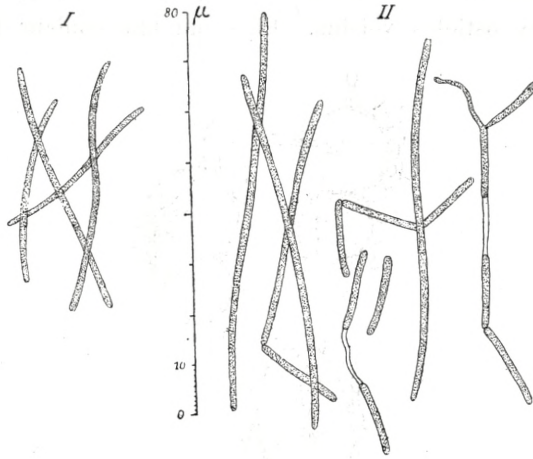


Fig. 3. I. Spores du *Septoria graminum*, obtenues par semis sur le ble. II. Spores de *Septoria graminum* récoltées sur le blé de Galande, spores mûres, en germination, quelques-unes présentent des articles vidés.

fragmentent la spore en un certain nombre de cellules indépendantes, est mise en évidence dans la germination de certaines de ces spores. Tandis que la plupart entre elles ont un aspect homogène, un petit nombre présentent sur la même spore des parties mortes caractérisées par un diamètre plus faible et par la rareté ou l'absence de protoplasme; à côté de ces articles chez lesquels la germination n'apparaît jamais, il en existe d'autres à contenu dense et réfringent qui germent comme la spore entière; le fractionnement de la spore et sa séparation en articles de vitalité différente, témoignent de l'existence d'un cloisonnement qui ne se trahit par aucun caractère extérieur.

5° *Germination.* — La germination des spores a lieu comme l'indique M. Krüger. Dans l'eau pure elle est assez lente, puisque après dix-huit heures à la température de 10°, les spores ont émis des filaments qui ont à peine la moitié de leur longueur (fig. 3, II); ces filaments mycéliens se placent en continuité avec la spore qu'ils semblent allonger, ou bien ils naissent latéralement et se dirigent perpendiculairement à la spore. Dans l'eau pure, en culture dans une chambre humide, les filaments mycéliens ne s'allongent pas beaucoup et il se forme en abondance soit directement sur la spore, soit sur les filaments mycéliens, de nouvelles spores ou sporidies qui ont à peu près la même longueur que les articles de la spore.

Il arrive fréquemment qu'un certain nombre de spores se fragmentent directement sans germer et donnent naissance à des sporidies qui ont au moins la longueur d'un segment de spore, mais qui peuvent être aussi formées par 2 ou 3 articles; ces sporidies, provenant de la désarticulation des spores, restent attachées les unes aux autres et forment des lignes brisées à 2 ou 3 articles, très semblables à celles que forment les bactéries filamenteuses en voie de dissociation.

6° *Perforations de l'épiderme.* — Parmi les échantillons rencontrés au mois de février, presque tous ne présentaient dans les parties mortes des feuilles du blé qu'une seule forme de champignon constituée par le *Septoria graminum* Desm. Ni le *Leptosphaeria Tritici*, ni le *Cladosporium herbarum*, si fréquemment associés en été au *Septoria*, n'ont été rencontrés.

Le concours de circonstances tout fortuit, qui a ainsi réalisé une culture pure de *Septoria graminum*, m'a permis d'observer le mécanisme de la pénétration du parasite et de constater que, contrairement à l'assertion de M. Krüger, ses effets destructifs sont locaux.

En examinant les feuilles à l'aide des réactifs iodés¹⁾, de manière à mettre en évidence la constitution des membranes, j'ai reconnu que les cellules épidermiques présentaient, dans la

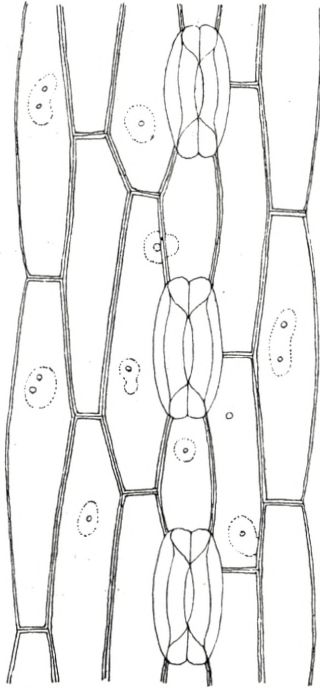


Fig. 4. Fragment d'épiderme du blé, montrant les taches claires limitées par un contour pointillé entourant les points de pénétration du parasite.

région envahie, un grand nombre de taches claires, circulaires ou ovales, ayant à peu près le $\frac{1}{5}^e$ ou le $\frac{1}{10}^e$ de la longueur

¹⁾ Parmi les réactifs iodés destinés à déceler la cellulose, outre ceux dont j'ai depuis longtemps fait connaître l'emploi, je recommande tout spécialement et exclusivement, pour la netteté de ses résultats et la rapidité de son action, l'acide *iodhydrique iodé fumant*. (Voir Bull. Soc. de Biologie 1897.)

On prend de l'acide iodhydrique fumant très concentré qui est incolore quand il vient d'être préparé, on y dissout quelques cristaux d'iode (2 à 3 centigrammes pour 25 gr. d'acide iodhydrique).

Pour obtenir instantanément la réaction de la cellulose, on dépose

des stomates (fig. 4). Ces taches ne présentent aucune des réactions de la cellulose ou sont seulement traversées par quelques trainées étroites enchevêtrées et colorées en violet. On y aperçoit ordinairement une parfois deux perforations complètes de l'épiderme qui sont tantôt rapprochées, tantôt éloignées. Ces perforations représentent, à n'en pas douter, les voies d'introduction du parasite; on ne les observe en effet jamais que dans la région envahie par le *Septoria*. Le mycélium de ce dernier a secrété une substance qui dissout la membrane au point de pénétration en altérant à la fois la cutine et la cellulose; ce ferment lui-même ou un autre auquel il est mélangé est capable de diffuser autour du point de pénétration et de dissoudre presque complètement la cellulose sans attaquer la cutine.

Nous avons là un nouvel exemple de l'altération des membranes par les filaments mycéliens, mais le phénomène est plus complexe que dans les cas signalés par de Bary¹⁾ et M. Marshall Ward²⁾ et analysés récemment par M. Manabu Miyoshi³⁾ dans un travail très intéressant. Dans la zone claire qui entoure les points de pénétration, la cellulose n'est

la coupe ou le fragment de tissu préalablement traité par l'alcool à 90°, sur la lame porte-objet, on enlève l'excès d'alcool avec un peu de papier buvard et on dépose, au moyen d'une baguette de verre, 2 ou 3 gouttes d'acide iodhydrique iodé fumant sur la préparation. Au bout d'une minute à peine, on enlève l'excès de réactif avec du papier buvard et on ajoute, soit une goutte d'acide lactique, soit une goutte d'un mélange, à parties égales, d'eau et de glycérine, saturé de chloral hydraté, on place le couvre objet et on procède à l'observation.

Le liquide prend une teinte jaunâtre due à l'iode en excès, et la préparation se conserve fortement colorée et pendant plusieurs mois si elle est maintenue à l'obscurité, les membranes ne sont pas gonflées et la coloration est instantanée. Il est indispensable d'employer de l'acide iodhydrique fumant.

¹⁾ de Bary, *Ueber einige Sklerotiniën und Sklerotienkrankheiten*. Bot. Zeit. 1886, p. 377.

²⁾ Marshall Ward, *On a lily-disease*. Ann. of Botany 1888, p. 317.

³⁾ Manabu Miyoshi, *Die Durchbohrung von Membranen durch Pilzfäden*. Pringsheim Jahrb. T. 28, p. 269, 1895.

pas toujours entièrement dissoute, il reste parfois des stries régulières parallèles ou faiblement ramifiées qui ont échappé à l'action des diastases.

La présence de ces perforations dans toutes les parties qui présentent des fructifications, paraît montrer que le parasite ne chemine pas directement dans les tissus à une grande distance, mais que c'est par des ensemencements successifs qu'il finit par envahir les feuilles; cela paraît encore établi par ce fait qu'une même feuille présente des taches malades plus ou moins nombreuses séparées par des régions saines, ces taches offrant d'ailleurs, au même moment, divers degrés de développement.

7° *Expériences de semis sur le blé. Inoculation du parasite.* — Les spores du *Septoria graminum* Desm. développées sur des blés contaminés ont été recueillies dans l'eau bouillie, à l'état de pureté presque absolue, puisque, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, les blés de Galande ne nourrissaient, au moment de l'examen, pas d'autre parasite ou saprophyte. La stérilisation absolue des milieux est, dans ces expériences, une superfétation, puisqu'il n'est pas possible de stériliser les feuilles du blé dans lesquelles on isole, par dissociation, les pycnides fournissant les éléments du semis. D'autre part, en vue de l'infection, j'avais ensemencé deux pots avec le blé de Bordeaux et le 17 avril 1898, au moment du semis, les plantules atteignaient 10 à 15 centimètres, à ce moment j'ai pulvérisé sur l'un des pots l'eau tenant les spores en suspension et préalablement additionnée d'amidon; les plantules du pot témoin ont été pulvérisées de la même manière mais avec de l'eau pure. Les deux pots ont été recouverts, pendant 48 heures, d'une cloche destinée à supprimer l'évaporation et à faciliter la germination des spores. Après ce temps les pots ont été placés à l'air et exposés aux conditions climatiques normales. On s'est borné de temps à temps à arroser

les plantes au moyen d'un pulvérisateur de manière à répandre l'eau en pluie fine sur toute la surface des plants.

Au bout de 7 jours, le 24 avril, les plantules du pot commencé sont marbrées de taches jaunes qui leur donnent un aspect caractéristique, puis deux ou 3 jours après, la teinte verte existant encore par places disparaît entièrement et les plantules malades prennent une teinte jaune uniforme; les feuilles examinées à ce moment accusent au sein du parenchyme la présence d'un mycélium assez abondant.

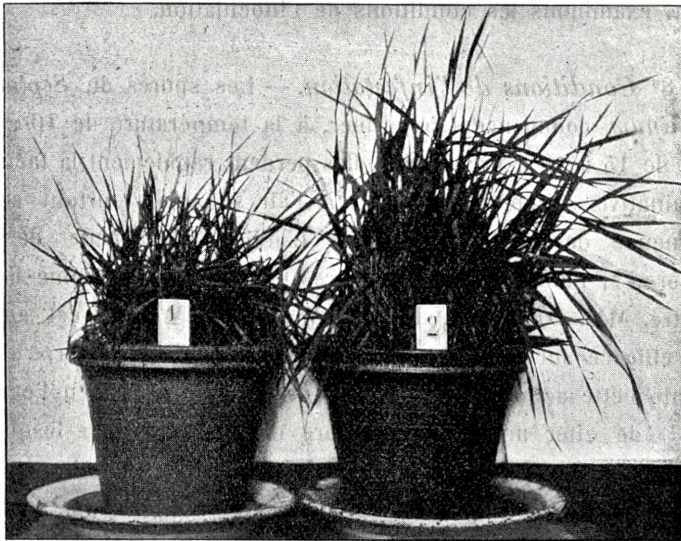


Fig. 5. État des cultures de blé, au mois après l'ensemencement du *Septoria graminum*. — 1, pot renfermant le blé contaminé avec les spores du *Septoria*, 2, pot témoin.

Le 30 avril, on aperçoit çà et là des taches fauves sous l'aspect de points à peine perceptibles à l'œil nu: ce sont les pycnides du *Septoria* qui font leur apparition. Quelques jours plus tard, elles existent sur toutes les feuilles décolorées en très grand nombre, mais leurs dimensions assez uniformes, répondent exactement à la description donnée par Desmazières, elles

sont en effet à peine visibles à l'œil nu et ont un diamètre de 50 à 80 μ .

Le 4 mai 1890 les deux pots renfermant l'un les plantules infectées, l'autre les plantules saines présentent, au point de vue de la végétation, une différence profonde que la fig. 5 met bien en évidence. Il n'est pas nécessaire, en présence de ce résultat, d'insister sur les ravages que peut causer le *Septoria graminum* Desm. dans les champs de blé pendant les années humides.

La preuve du parasitisme étant ainsi établie rigoureusement, examinons les conditions de l'inoculation.

8° *Conditions de l'infection.* — Les spores du *Septoria graminum* commencent à germer, à la température de 10°, au bout de 15 à 18 heures, mais elles perdent rapidement la faculté germinative soit par l'exposition à l'air sec, soit surtout sous l'influence des rayons solaires. L'action stérilisante de la lumière, si puissante sur les spores des bactéries, comme l'ont montré MM. Duclaux, Roux, Marshall Ward, est aussi très efficace sur les spores des Champignons. M. Laurent a signalé cette action sur les spores de la Carie et j'ai eu l'occasion¹⁾ de citer un certain nombre de parasites pour lesquels cette action joue un rôle efficace dans la lutte contre les affections parasitaires des végétaux. Le *Septoria graminum* ne fait pas exception et il suffit de quelques jours de temps sec et ensoleillé pour détruire toutes les spores existantes.

Un temps couvert et pluvieux est donc la condition essentielle de la propagation de la maladie causée par ce parasite. Supposons un champ de blé en hiver ou au printemps pendant une saison pluvieuse, la pluie qui arrose le sol dissémine les spores sortant des pycnides mûres et les projette avec de la terre sur les feuilles saines.

¹⁾ *Journal d'agriculture pratique*, 1897.

Quand la pluie est abondante, les plantules sont entièrement lavées et c'est seulement à l'extrémité des feuilles recourbées et pendantes que les gouttes d'eau restent plus longtemps suspendues; c'est là, par suite, que les spores pourront germer facilement et envahir les régions saines. On s'explique ainsi pourquoi MM. Frank et Krüger ont annoncé que la maladie débutait toujours par l'extrémité des feuilles. Mais cette règle n'est pas constante et j'ai observé des feuilles de blé dans lesquelles le milieu du limbe était seul malade; ce cas se présente toutes les fois que des particules de terre projetées par les pluies restent adhérentes sur le limbe et retiennent alors une quantité d'eau suffisante pour favoriser la germination des spores qui s'y trouvent mélangées.

9° *Mécanisme de la pénétration du parasite.* — Pour étudier le mécanisme de la pénétration j'ai disposé, au mois

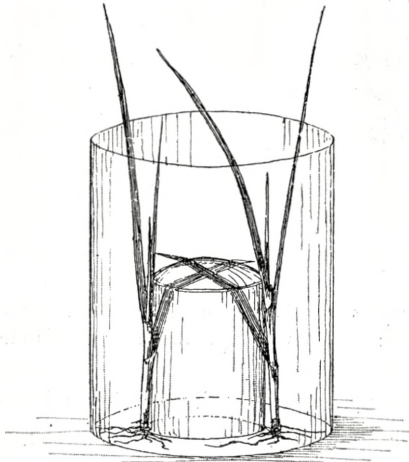


Fig. 6.

de février, de jeunes plantules de blé de manière que les feuilles fussent appliquées sur une rondelle de papier à filtrer disposée sur un disque de verre (fig. 6). Les feuilles sont alors humectées

avec de l'eau tenant les spores en suspension et on recouvre le tout d'un verre de montre renversé. Au bout de 3 ou 4 jours on recueille les feuilles, on les coupe en morceaux de 1^{cm} de longueur et on les plonge dans l'alcool absolu.

Au moment de l'examen, les fragments de feuille sont plongés dans le bleu d'aniline dissous dans l'acide lactique,

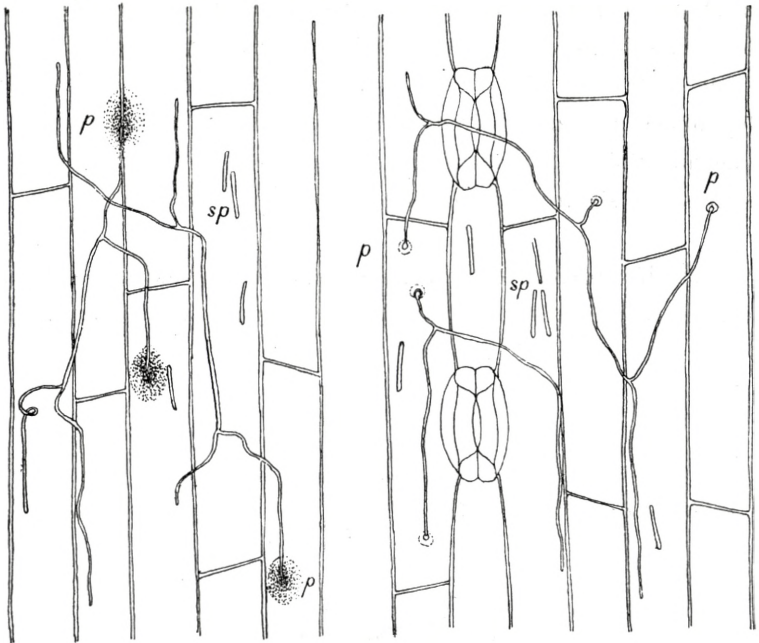


Fig. 7 et 8. Fragments d'épiderme du blé, montrant les filaments germinatifs du *Septoria*: *p* points de pénétration du mycélium, *sp* sporidies.

puis, après quelques minutes d'immersion elles sont examinées dans l'acide lactique pur. Le réactif colorant n'a pas eu le temps de pénétrer dans les tissus de la feuille, mais il a coloré fortement tous les organismes qui se trouvent à sa surface et ceux-ci se détachent en bleu foncé sur la teinte jaune transparente des tissus pénétrés par l'acide lactique. On peut examiner alors, même à un fort grossissement, les fragments

ainsi préparés et suivre sans difficulté les filaments mycéliens qui rampent à la surface de l'épiderme.

On aperçoit des spores à divers degrés de la germination, des sporidies isolées ou encore fixées sur les filaments mycéliens. Dans les conditions où j'ai fait l'observation, je n'ai pas vu de sporidies en germination; les filaments mycéliens issus des spores pénètrent seuls à travers l'épiderme, ils se ramifient de diverses manières très irrégulièrement et l'on aperçoit une ou plusieurs branches qui se renflent légèrement à leur extrémité et sont d'abord entourés d'une étroite auréole bleue, puis plus tard d'une aire bleue correspondant à la zone où la disparition de la cellulose a lieu (fig. 7 et 8). La perforation a lieu au point de contact sans être précédée de la formation d'organes d'adhésion (Haftorgane) semblables à ceux que M. Manabu Miyoshi a signalés pour le *Botrytis* et le *Penicillium* dans le cas de pénétration purement mécanique.

Ce fait, joint à l'existence des altérations de la membrane, montre que, dans ce cas, l'activité chimique des agents dissolvants excrétés par le mycélium au point de contact est la cause unique de la pénétration; mais il y a plus, l'action nocive exercée par le mycélium ou par les substances qu'il excrète est si grande, qu'elle supprime toute réaction de la part des cellules envahies.

Il est intéressant de comparer, à ce point de vue, la pénétration du mycélium du *Septoria graminum*, à celle d'un certain nombre d'espèces à fructifications imparfaites et difficilement déterminables communes dans la terre de jardin et qui envahissent comme saprophytes des plants de blé languissants (fig. 9). Des plants de blé semés pendant l'hiver ont péri au bout de peu de temps et l'épiderme des gaines foliaires ou des jeunes chaumes est envahi par un mycélium qui n'a pas développé de fructifications. Les fragments de tissu examinés dans le bleu d'aniline et l'acide lactique se montrent parsemés sur toute la surface épidermique de taches arrondies qui se colorent en

bleu clair; au centre de ces auréoles bleuâtres, on aperçoit une perforation très étroite qui, au dessous de l'épiderme se continue par une gaine épaisse et plus ou moins contournée, édifiée par la cellule vivante qui réagit contre la pénétration du parasite. Tantôt cette réaction est suffisante pour tuer le filament mycélien qui a commencé à perforer la membrane, et la gaine, plus ou moins contournée, forme un cul de sac qui

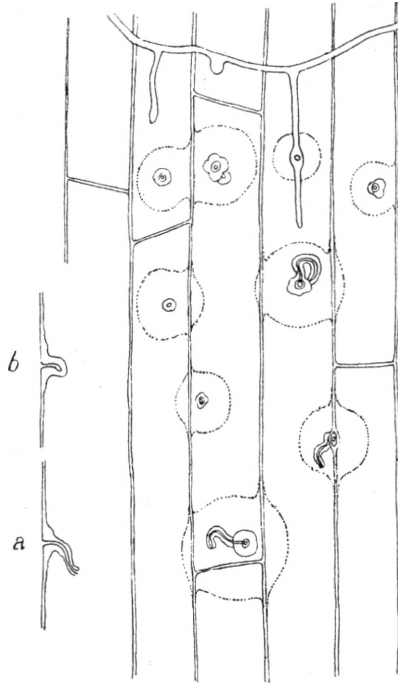


Fig. 9. Fragment d'épiderme envahi par un mycélium indéterminé montrant les réactions de la plante qui édifie des gaines autour des filaments perforants.
a la gaine est perforée; *b* la gaine n'est pas perforée.

entoure le filament mort (fig. 9 *b*); d'autres fois, cette réaction est insuffisante et le filament mycélien a réussi à percer la muraille que la cellule édifie sans cesse autour de lui, et la pénétration a eu lieu (fig. 9 *a*).

Cette réaction, qui est offerte par des cellules déjà languis-

santes, n'existe pas dans le cas du *Septoria* bien qu'il s'attaque à des tissus en pleine végétation; on s'explique alors, par la mort rapide des cellules envahies, la promptitude de l'infection et l'importance des dommages que le *Septoria* cause dans les tissus qui ne lui offrent aucune résistance.

Il est remarquable de constater que le mycélium du *Septoria* ne pénètre pas par les orifices stomatiques, même quand les filaments mycéliens passent au-dessus de ceux-ci. Peut-être faut-il attribuer cette inertie à l'absence de matériaux nutritifs au niveau des chambres sous-stomatiques et capables de réaliser l'action chimiotaxique que M. Manabu Miyoshi a signalée dans ses expériences sur le *Tradescantia*; cette action, indispensable à la pénétration, s'exercerait à une très courte distance.

10° *Variation de grandeur des pycnides du Septoria graminum.* — La diagnose du *Septoria graminum* fournie par Desmazières indique, comme nous l'avons dit, que les pycnides sont invisibles à l'œil nu. Cependant les fructifications que j'ai rencontrées sur le blé poussant en hiver et au printemps dans les conditions normales ont des dimensions considérables, car elles mesurent souvent 150 à 200 μ de longueur et ne dépassent guère en diamètre 150 μ (fig. 1); ces dimensions dépassent même celles qui ont été données par M. Frank. En comparant à ces échantillons recueillis dans la nature, ceux que j'ai obtenus par semis direct sur les feuilles du blé, on constate que ces derniers présentent les caractères normaux indiqués par Desmazières, les dimensions des pycnides oscillant entre 50 et 85 μ (fig. 10).

Il n'est pas possible d'indiquer la cause de ces variations; on peut remarquer seulement que la forme à pycnides volumineuses se rencontre dans les feuilles à limbe épais et assez large, tandis que dans les exemplaires obtenus par le semis, les feuilles étaient plus minces et de moitié plus étroites, bien

que chez ces derniers l'écartement des nervures fût plus grand que dans les feuilles du blé croissant à l'air libre. Il est possible que la différence d'épaisseur des feuilles influe sur la grandeur des pycnides ; cette influence n'est pas absolue d'ail-

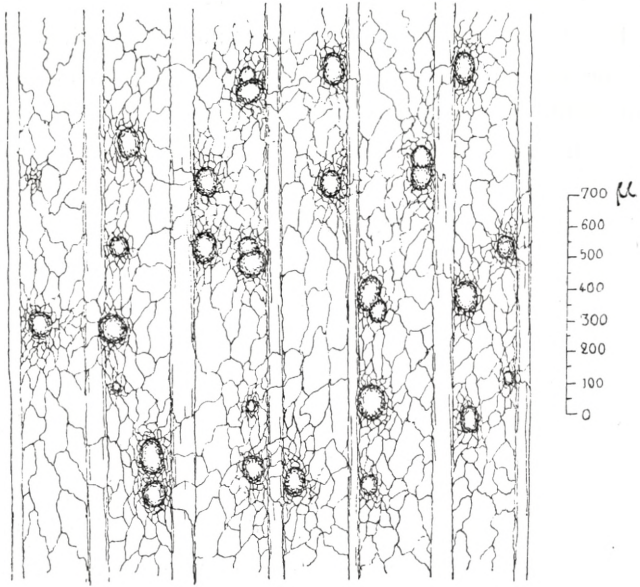


Fig. 10. Aspect d'une feuille de blé sur laquelle on a semé le *Septoria*. — Le semis a eu lieu le 17 avril, les fructifications très petites et à peine visibles à l'œil nu, ont apparu le 30 avril.

leurs, car sur les feuilles à pycnides volumineuses, on trouve çà et là, mélangées à ces dernières, des pycnides qui répondent aux dimensions du type.

Les spores présentent aussi comme les pycnides, des variations de grandeur, dans les grosses pycnides leurs dimensions sont conformes à la diagnose de Saccardo¹⁾ au moins pour

¹⁾ Saccardo, Sylloge Fungorum T. III, p. 565. Nous reproduisons ici la diagnose de Saccardo: *Septoria graminum* Desm. Ann. Sc. Nat. 1843, p. 339. [*Septoria Tritici* Passer in Herb. myc. æc. N° 602; *Depazea graminicola* Berk. Ann. N. H. N° 103.] Peritheciis in maculis plus minus elongatis expallentibus, sæpius anguste fusco marginatis, nervis

les dimensions extrêmes (fig. 3, II); elles ont en effet, en moyenne, une longueur de 60 à 75 μ , mais on en trouve un certain nombre qui dépassent ces dimensions et atteignent 90 ou 100 μ ; leur diamètre est toujours un peu plus considérable que ne l'indique Saccardo, il varie de 1,5 à 2 μ . Dans les pycnides obtenues par semis sur le blé, les spores sont toujours un peu plus étroites et plus courtes, elles ont de 30 à 50 μ de longueur et 1 à 1,5 d'épaisseur; elles sont cependant à l'état complet de maturité et germent aussi rapidement que les spores volumineuses.

Il résulte de ces faits qu'au point de vue de la spécification, la dimension des pycnides pas, plus que celle des spores, ne peuvent fournir de caractères précis pour la distinction de l'espèce; la forme et la structure des spores sont seules constantes.

11° *Ravages causés par le Septoria graminum. Moyens d'y remédier.* — On a pu se faire une idée, par la photographie comparée des plantules contaminées et des plantules saines, des ravages que le *Septoria* peut produire dans un champ de blé lorsque les conditions favorables à son développement sont réalisées. Il n'est pas possible d'estimer ces ravages puisque les cultivateurs ignorent l'existence de ce parasite et attribuent aux conditions climatiques défavorables la diminution de la récolte.

Est-il possible de tuer les spores et d'enrayer l'extension de ce parasite?

La possibilité de tuer les spores du *Septoria* n'est pas douteuse et, parmi les composés capables d'exercer une action toxique, les sels de cuivre sont tout indiqués.

limitatis, seriatis vel sub sparsis, tectis, ægre nisi lente perspicuis, fuscis; sporulis tenuissimis, rectis vel sæpius curvis aut flexuosis, integris, minuto nucleolatis. 55-75 = 1-1,3. Hab. in foliis Graminearum, præcipue *Bromi sterilis*, *Brachypodii silvatici*, *Triticum vulgaris*, *Panice*, etc. In Gallia, Italia, Britannia, Austria, America.

M. Krüger¹⁾ a constaté que des pycnides et des spores ayant séjourné dans une solution assez concentrée de sels de cuivre ont perdu la faculté de germer. Ces essais sont intéressants, mais ils ne paraissent pas pratiques, puisque dans le cas où l'on voudrait employer les composés cuivriques pour enrayer l'extension du *Septoria*, c'est à un grand état de dilution que l'action de ces sels pourra s'exercer. La question n'est pas tant de savoir si les sels de cuivre sont toxiques que de déterminer à quelle dose ils le sont. Or j'ai reconnu que les spores du *Septoria* sont assez sensibles à l'action toxique des sels de cuivre, car il suffit de les laisser séjournier dans l'eau tenant en suspension du carbonate de cuivre pour les tuer; la petite quantité de sels cuivriques tenue en solution par l'anhydride carbonique dissous dans l'eau suffit pour enrayer absolument la germination.

C'est précisément le degré de concentration que possèdent les sels de cuivre lorsqu'ils ont été pulvérisés sur les plantes. Par suite une solution de sulfate de cuivre à 2 % serait suffisante pour déposer à la surface des feuilles la quantité de composés cuivriques nécessaires pour tuer les spores.

Cet emploi est-il pratique?

Nous ne le pensons pas et voici pourquoi. Laissant de côté les dépenses occasionnées par la pulvérisation de grandes étendues, dépenses qui augmenteraient encore le prix de revient d'une culture peu rémunératrice dans certaines contrées d'Europe, nous remarquerons que les ravages du *Septoria* sont importants précisément pendant les périodes pluvieuses, quand le sol des champs, entièrement détrempé, rend impossible la circulation. Comment pourrait-on procéder, dans des conditions aussi désavantageuses, à des opérations de pulvérisation?

¹⁾ Krüger loc. cit. L'auteur a employé les composés cuivriques à 2 %, les pycnides ont séjourné dans ce liquide 20 ou 40 heures, puis elles ont été lavées dans l'eau renouvelée durant 2 ou 3 heures, les spores n'ont pas germé.

Supposons cependant qu'on puisse réaliser une pulvérisation dans toute l'étendue d'un champ infecté, on détruira toutes les spores mûres à ce moment et la maladie sera enrayée; mais que des pluies surviennent et enlèvent les sels de cuivre déposés sur les jeunes plants; de nouvelles pycnides mûrissent alors et les spores qu'elles contiennent seront dispersées sur les plantules qui ont cessé d'être protégées. Il faudrait donc renouveler les pulvérisations, et l'on comprend la difficulté ou l'impossibilité de ces opérations renouvelées dans les champs détrempés.

On sait d'ailleurs, par les exemples tirés de la lutte contre le mildiou, le black-rot de la vigne, que dans les années chaudes et humides, caractérisées par des pluies prolongées, la difficulté de renouveler les pulvérisations dans un terrain constamment détrempé s'oppose à ce qu'on puisse enrayer d'une manière efficace la dispersion des parasites.

Nous ne voyons donc pas actuellement dans l'emploi des pulvérisations aux sels de cuivre, le moyen pratique et efficace de lutter contre les ravages du *Septoria graminum*.

C'est seulement au printemps, après le roulage du blé, quand les mauvaises herbes et notamment les sanves (moutarde) commencent à se développer, c'est à ce moment qu'une pulvérisation aux sels de cuivre peut offrir un double avantage, puisque l'on détruit les jeunes sanves et que l'on stérilise, pour quelque temps, les jeunes plants couchés sur le sol et exposés à ce moment à toutes les contaminations.

12° *Permanence du Septoria dans les champs de blé.* — Lorsqu'on examine un champ de blé au printemps, il est rare, sauf quand le temps demeure sec, qu'on ne trouve des feuilles envahies par le *Septoria*. Nous avons vu plus haut que l'évolution de ce parasite est assez rapide, puisque les fructifications apparaissent déjà 15 jours après le semis et qu'au bout d'un mois les feuilles sont mortes et incapables de nourrir le *Sep-*

toria; d'autre part, nous avons vu que sous l'influence de la sécheresse et de la lumière, les spores sont rapidement tuées.

Si l'évolution du *Septoria* est rapide, si ses spores sont fugaces, comment la maladie peut-elle se perpétuer dans les champs? Il est probable que le *Septoria graminum* présente une autre forme de fructification, sans doute ascosporee, qui est la fructification hivernale. Malgré mes efforts je n'ai pas réussi encore à découvrir cette forme, et les feuilles de blé qui étaient bourrées de pycnides ne m'ont pas offert d'autre forme de fructification. Nous avons vu d'ailleurs, par les recherches de Janczewski, que le *Leptosphaeria Tritici* est étranger au *Septoria*.

C'est à la recherche de cette forme hivernale que l'on doit maintenant s'appliquer: sa connaissance permettra sans doute de formuler un moyen simple et pratique d'enrayer l'extension d'un parasite parfois redoutable.

Conclusions.

Les recherches qui viennent d'être exposées ont fourni les résultats suivants:

1° La démonstration expérimentale du parasitisme du *Septoria*, ébauchée par M. Krüger, a été réalisée d'une manière absolue comme le démontre l'apparition des fructifications sur les plantes ensemencées.

2° L'évolution du parasite est assez rapide, quinze jours après le semis les premières fructifications apparaissent et, au bout d'un mois, les tissus des feuilles envahies sont entièrement épuisés.

3° Le parasite ne chemine pas rapidement à une grande distance de son lieu de pénétration, c'est probablement par des ensemencements successifs qu'il envahit toute l'étendue d'une même feuille.

4° Les spores germent à la surface des feuilles et les fila-

ments germinatifs perforent l'épiderme en exerçant au lieu de pénétration une action purement chimique, sans développer d'organes d'adhésion; ils ne pénètrent pas par les stomates.

5° La diagnose du *Septoria graminum*, telle qu'elle a été formulée par Desmazières et par M. Saccardo, fondée non seulement sur la forme et la structure des spores, mais aussi et surtout sur les dimensions de ces dernières et sur celles des pycnides ne peut être admise, car ces dimensions n'ont rien de constant et peuvent varier du simple au double.

6° C'est pendant les hivers doux et pluvieux que le *Septoria* exerce ses ravages.

Il reste encore, pour élucider entièrement l'histoire de ce parasite, à faire connaître le rôle des sporidies et à trouver la forme hivernale, probablement ascosporee qui assure sa permanence d'une année à l'autre dans le même champ.

II.

Sur le Piétin ou Maladie du pied chez le Blé.

Historique. — Lorsqu'on examine en été, dans les années humides, et un peu avant la moisson, certains champs de blé, on voit que sur des étendues parfois considérables les chaumes sont couchés sur le sol. Ce n'est pas la *verse* qui cause cet aspect particulier, car les chaumes s'abattent en grand nombre, sans pluie ni vent, et dans les directions les plus diverses, s'enchevêtrant les uns dans les autres de manière à présenter l'aspect d'une récolte piétinée en tous sens par les animaux.

Cette affection désignée, à cause de l'aspect des récoltes, sous le nom de *piétin*, a commencé à être connue, suivant M. Heuzé, vers 1840 ou 1850. Elle était assez répandue il

y a 20 ans pour attirer l'attention des agriculteurs, et en 1878¹⁾, la Société Nationale d'Agriculture de France ouvrit une enquête sur les causes du piétin et sur les moyens d'y remédier. Le dépouillement des documents envoyés de divers départements fournit à M. Pluchet les éléments d'un rapport circonstancié²⁾ lu à la Société et dont nous extrayons les lignes suivantes :

« Les caractères de cette maladie sont très simples, de plus ils sont uniformes et ils se montrent presque toujours à la même période de la végétation du blé. Après l'épiage, lorsque les premières fleurs ont disparu, on voit dans les champs les mieux partagés, comme aussi dans des récoltes plus faibles, quelques tiges garnies de leurs épis tombées à terre; peu de jours après, le nombre des tiges qui s'abattent naturellement, sans pluie ni vent, augmente sensiblement et déjà des espaces entiers d'une même étendue sont renversés; puis le mal, gagnant de proche en proche, se prolonge jusqu'aux jours qui précèdent la récolte et lorsque l'époque de celle-ci est arrivée, souvent il ne reste plus que quelques épis debout; la masse couchée à terre présente l'aspect d'une récolte piétinée dans tous les sens. Les tiges depuis le collet jusqu'au premier nœud ont une couleur gris noir ardoisé, les épis inégalement blanchis et inégalement mûrs sont demeurés petits comme au moment de leur naissance et ils sont généralement mous; la paille coudée aux différents nœuds de la plante n'a plus aucun soutien »

« Sur 82 réponses, 23 constatent la présence du piétin, 59 ne le connaissent pas. »

« La presque unanimité donne pour cause un excès d'humidité, surtout lorsque cet excès d'humidité concorde avec l'absence d'hiver. »

La discussion de ce rapport a donné lieu à un échange

¹⁾ Bulletin des séances de la Société centrale d'agriculture de France T. 38, 1878, pages 368 et suiv.

²⁾ loc. cit. page 422.

d'observations duquel il résulte que le blé bleu de Noë, le blé de Saumur, se sont montrés atteints par le piétin, tandis que le Chiddam à épis rouges, le blé d'Essex ont résisté.

La Société a formulé ensuite l'avis suivant «avec une extrême réserve» sur les moyens destinés à enrayer la maladie.

«1° Dans une terre fertile et surtout après une récolte de betteraves, ne pas semer avant que la terre ait acquis une certaine fraîcheur.»

«2° Ne pas semer trop hâtivement les variétés précoces de froment.»

«3° Ne pas semer trop dru surtout lorsque le semis est en lignes.»

«4° Éviter la fréquente répétition du blé sur la même terre.»

«6° Donner la préférence aux variétés de blés du Nord»

Parmis les observations présentées à propos de la longue discussion qui s'est élevée au sein de la Société nous devons retenir celle de M. Boussingault¹⁾:

«Il voudrait qu'on fit connaître les substances employées pour le chaulage des grains. C'est un élément dont il faudrait, suivant lui, tenir compte dans la recherche des causes de la maladie. On pratique en effet le chaulage avec différentes substances, telles que le sulfate de cuivre, le sel marin, l'arsenic. En ce qui le touche, M. Boussingault n'a jamais vu le piétin sur des blés chaulés avec le sulfate de cuivre.»

L'enquête dont nous venons de faire connaître les résultats ayant été conduite par des agriculteurs très au courant de la pratique agricole, mais peu versés dans l'étude des parasites, rien ne pouvait faire soupçonner l'origine parasitaire du piétin.

C'est seulement il y a quelques années que MM. Prillieux

¹⁾ Bulletin des séances de la Soc. cent. d'agriculture de France T. 38, p. 473.

et Delacroix ¹⁾ ont reconnu cette origine et attribué à une espèce décrite par Saccardo, l'*Ophiobolus graminis*, la cause de la maladie du pied du blé. Ces auteurs basent leur conviction sur ce fait que des pieds de blé envahis par le piétin et conservés dans du sable maintenu humide, ont présenté, dans le courant de l'hiver, les fructifications caractéristiques de l'*Ophiobolus graminis*. Voici d'ailleurs comment ils s'expriment sur ce sujet ²⁾:

«Le mycélium parasite ne se développe pas seulement à l'intérieur des tissus, mais aussi à l'extérieur, à la surface de l'épiderme sur lequel courent de nombreux filaments qui, au lieu de demeurer incolores, se montrent très fortement colorés en brun. Ils sont peu sinueux; la plupart du temps leur trajet est droit. Ils sont divisés par des cloisons transversales; la distance d'une cloison à l'autre est d'environ 7 fois le diamètre du tube, qui est de 5 μ . Ces tubes présentent de nombreuses ramifications qui ordinairement sont fort allongées et pareilles au filament qui leur a donné naissance. Mais en certains points, ils produisent de petits rameaux très courts, divisés par des cloisons très nombreuses, d'où dérivent des rameaux tertiaires, qui s'entrecroisent et s'anastomosent de façon à former des sortes de pelottes cellulaires d'un brun très foncé. Ce sont les points noirs visibles à la surface des entrenœuds atteints, même au delà des parties brunes.»

«Des échantillons récoltés au moment de la moisson ne m'ont rien montré de plus. Le champignon parasite dont on appréciait bien les dégâts ne portait pas d'organes de reproduction. Il n'était pas déterminable. Il était permis toutefois de présumer qu'il pourrait fructifier dans le cours de l'hiver.

¹⁾ Prillieux et Delacroix, *La maladie du pied du blé causée par l'Ophiobolus Graminis* Sacc. Bull. Soc. mycologique de France T. VI, p. 110. 1890.

²⁾ loc. cit. page 4 du tirage à part.

Peut-être les pelottes noires n'étaient-elles autre chose que des rudiments de périthèces.»

«Des touffes de blé attaquées du *mal du pied* ont été plantées dans du sable et arrosées assez fréquemment.»

«Au mois de janvier, j'ai pu constater déjà qu'il s'était développé sur un certain nombre d'échantillons des périthèces noirs, globuleux, avec une sorte de bec conique tronqué, qui étaient entourés de filaments mycéliens bruns, cloisonnés, *identiques de tous points à ceux que portaient les pieds malades* au moment de la moisson et qui formaient les petits points noirs. *Je pense que l'on doit considérer ces périthèces comme les fructifications du parasite qui cause la maladie du pied.*»

On le voit, la ressemblance du mycélium de l'*Ophiobolus* avec le mycélium stérile des blés malades, la formation des périthèces sur les mêmes blés, sont les seuls faits invoqués par MM. Prillieux et Delacroix pour affirmer que «c'est au parasitisme de l'*Ophiobolus graminis* que l'on doit rapporter la *maladie du pied*.»

Ces observations, très intéressantes, puisqu'elles portent la question sur son véritable terrain, ne sont cependant pas démonstratives; car d'une part, MM. Prillieux et Delacroix n'ont pas réalisé de semis et tenté de reproduire le piétin, et d'autre part, ils n'ont pas tenu compte des espèces nombreuses, saprophytes ou parasites, qui apparaissent sur les pieds de blé morts et plus ou moins desséchés.

I. Observations particulières. — Dans les étés de 1896 et 1897, j'ai reçu d'un certain nombre de régions de la France des pieds de blé atteints du piétin, et j'ai résolu de résoudre la question encore incertaine de l'origine de cette maladie. Mes premiers essais en 1896 furent infructueux, car il me fut impossible de trouver sur les blés contaminés les fructifications nécessaires pour réaliser les expériences d'inoculation.

Au mois de juillet 1897, je rencontrai à Galande, dans les

terres de l'exploitation dirigée par M. Brandin, des champs envahis par le *piétin* et dont la récolte avait baissé, de ce fait, de 50, 60 et même 80 %.

Au mois de juillet, après la moisson, les plants de blé ne présentent pas d'autres altérations que celles dont l'aspect extérieur a été indiqué par M. Pluchet dans le rapport que nous avons cité; il n'existe pas traces de fructifications. On aperçoit seulement à la base des chaumes qui sont encore recouverts de la gaine des feuilles inférieures desséchées et entre celle-ci et la surface du chaume, des filaments mycéliens bruns dont la disposition n'a pas été suffisamment décrite par MM. Prillieux et Delacroix. Ces filaments mycéliens, formés de cellules courtes, constituent tantôt un revêtement étroitement adhérent à la surface de la tige, revêtement que l'on peut enlever avec des lambeaux d'épiderme, en raclant la surface à l'aide d'un scalpel; tantôt les filaments mycéliens sont floconneux et adhérent à peine à la surface, de sorte qu'un léger frottement les enlève; c'est au milieu de ce revêtement floconneux que l'on aperçoit les pelottes plus ou moins volumineuses que MM. Prillieux et Delacroix considèrent comme les rudiments de périthèces de l'*Ophiobolus*.

M. Brandin ayant bien voulu laisser en place, sans pratiquer le déchaumage sur une certaine étendue, les pieds atteints du piétin, j'ai pu examiner les régions contaminées jusqu'au mois de novembre. C'est à la fin du mois de septembre, qui en 1897 a été très pluvieux, et au début du mois d'octobre, que les pieds atteints du *piétin* commencèrent à montrer des fructifications variées parmi lesquelles celles de l'*Ophiobolus graminis* paraissaient être, à ce moment, les plus fréquentes.

Voici l'énumération des diverses formes rencontrées pendant les mois d'octobre et de novembre.

1° Sur les gaines foliaires presque exclusivement, une seule fois dans le tissu du chaume, une autre fois à la surface des

racines, j'ai trouvé les périthèces caractéristiques de l'*Ophiobolus graminis*.

2° Entre la gaine et le chaume, au milieu du mycélium floconneux et intimement unis avec lui, on trouve des périthèces d'un *Leptosphaeria* que je rapporterai provisoirement au *L. herpotrichoïdes* de Not.

3° Plus rarement que les deux espèces précédentes et au tiers immergés dans le tissu du chaume, on aperçoit des périthèces noirs, couverts de filaments noirs, roides ou légèrement flexueux, qu'on peut rapporter au *Pyrenophora trichostoma* (Fr.) Sacc.

A côté de ces espèces bien caractérisées, j'ai rencontré des formes imparfaites constituant peut-être, soit les stades conidiens des espèces précédentes, soit des espèces autonomes.

Dans tous les échantillons observés en automne, l'*Ophiobolus graminis* dominait, le *Leptosphaeria* s'est rencontré un certain nombre de fois, et le *Pyrenophora* n'a été rencontré que sur 3 ou 4 échantillons qui d'ailleurs ne présentaient pas les caractères extérieurs du blé à piétin.

Une observation faite au mois de juin dernier (1898) montre qu'il serait prématuré de juger de l'importance des espèces précédentes par la fréquence ou la rareté des fructifications. A la suite des pluies abondantes des mois de mai et de juin, le piétin a commencé à se manifester à Galande dans certaines terres. Tous les pieds examinés à la fin du mois de juin présentaient en abondance, entre les gaines foliaires et la base des chaumes, un mycélium floconneux noir et un mycélium adhérent également noir; au milieu des flocons de mycélium et sur les gaines foliaires à moitié desséchées et dissociées, on trouvait en grande quantité les périthèces du *Leptosphaeria herpotrichoïdes*, à l'exclusion complète de l'*Ophiobolus graminis* et du *Pyrenophora*.

II. *Description des espèces rencontrées sur les blés envahis par le piétin.* — Avant de faire connaître les expériences

d'inoculation que j'ai réalisées dans le courant de cette année, je décrirai d'abord les diverses espèces ou formes de champignons trouvées sur les pieds de blés contaminés, espèces qui sont imparfaitement décrites jusqu'ici.

a) *Ophiobolus graminis* Sacc. — Les périthèces de l'*Ophiobolus graminis*, développés en grand nombre dans les gaines foliaires, ont la forme des cornues en grès, le ventre de la cornue a 150 à 200 μ de diamètre et le col a environ 150 μ de longueur.

Dans presque tous les exemplaires que j'ai examinés le ventre de la cornue était entièrement immergé dans les tissus désorganisés de la gaine et le col seul dépassait la surface extérieure affectant toujours une direction oblique de bas en haut de manière à prendre une direction voisine de la verticale. Cette orientation paraît dépendre de l'influence des radiations, car sur des gaines qui accidentellement étaient placées en direction horizontale, le col des périthèces se trouvait placé perpendiculairement à la surface de la gaine. Il ne m'a pas été possible à cause de l'insuffisance des matériaux en bon état, de vérifier si l'orientation des périthèces est accidentelle ou bien si elle est causée par l'influence de la pesanteur ou de la radiation. (Planche I, fig. 1 A.)

Émission des spores. L'émission des spores a lieu par un mécanisme particulier que l'on observe très bien en plaçant les fructifications dans l'eau. Quand les périthèces sont mûres (Pl. I, fig. 1), l'ostiole s'ouvre par la désorganisation des cellules qui terminent son sommet et qui sont toujours moins colorées que le reste de la paroi; on voit alors les asques s'échapper une à une.

A peine sont elles sorties qu'elles se gonflent et éclatent sous l'influence de la pression interne, en se déchirant circulairement, et suivant une ligne irrégulière, vers le tiers à partir de la base de l'asque (Pl. I, fig. 2 b). Sous l'influence de l'eau les parois s'épaississent et se transforment en un mucilage qui

détermine l'expulsion des spores; ordinairement au moment de la rupture, les spores sont projetées en arrière, tandis que les $\frac{2}{3}$ antérieurs de l'asque vide sont projetés en avant. Parfois la rupture de l'asque a lieu avant qu'elle ne soit entièrement dégagée de l'ostiole, et l'on aperçoit alors une seconde asque pousser devant elle le faisceau de spores et le débris de la base pour se briser passage et éclater à son tour.

Sous l'action du rouge de ruthénium les parois de l'asque demeurent incolores, on n'aperçoit qu'un mince liseré coloré en rose et occupant la face interne de la paroi (Pl. I, fig. 1, *a*, *b*, *c*, *d*). Avant le gonflement, les parois de l'asque possèdent encore des contours très nets, mais peu à peu ces contours s'effacent, en même temps que le liseré rose est refoulé au centre (*c*), il forme un cordon qui représente le seul vestige de la cavité de l'asque, bientôt même, quand la dissolution est complète, il forme tout ce qui reste de l'asque primitive (*d*).

Par ses propriétés et par ses réactions colorantes la paroi de l'asque se montre entièrement formée de callose, à l'exception du mince liseré rose décelé par le rouge de ruthénium, qui est vraisemblablement de nature pectosique.

Lorsqu'on examine l'asque avant la rupture on voit que la membrane qui la forme est plus mince au niveau du tiers postérieur et l'on comprend pourquoi, la déchirure se produit en cet endroit à la suite de la plasmolyse qui s'accomplit au sortir de l'ostiole.

Structure des spores et germination. Les spores des deux espèces d'*Ophiobolus* qui habitent les graminées sont semblables de forme, leurs dimensions seules diffèrent: celles de l'*Ophiobolus herpotrichus* ont 115—150 = 2—2,5, celles de l'*O. graminis* ont 70—75 = 3.

Celles de l'espèce que j'ai rencontrée sur le blé sont des batonnets étroits, ordinairement courbées, ayant comme dimensions 95—105 = 3—3,5, elles sont donc intermédiaires entre les deux espèces précédentes (fig. 10, I).

Quand elles sont mûres, leur contenu est homogène et très réfringent, et il n'est pas possible de distinguer les cloisons qui les découpent en un certain nombre d'articles.

C'est seulement quand elles commencent à germer que leur contenu se modifie, on voit apparaître un certain nombre de gouttelettes très réfringentes et les cloisons deviennent déjà visibles. Elles sont très nettes quand la spore est épuisée et entièrement dépouillée de son contenu; le nombre des cloisons varie de 4 à 6 et atteint même 7 (fig. 11, *c, d, e*).

La germination a lieu d'une manière particulière.

Les spores récoltées le 1^{er} octobre 1897 sont semées le 4 octobre dans des cellules en verre, au milieu de la gouttelette d'eau suspendue à la face inférieure de la lamelle recouvrant cette cellule. Deux de ces cellules sont placées à l'obscurité, les deux autres sont exposées pendant le jour à l'action de la lumière diffuse.

La germination est très lente et a lieu au bout de 30 heures à la température de 12° à 15°; elles commencent indifféremment dans les cellules éclairées et dans les cellules obscures.

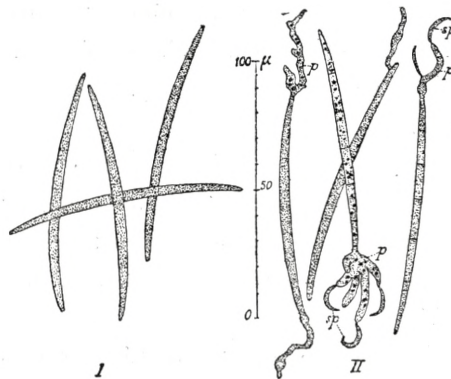


Fig. 10. *Ophiobolus graminis*. I, spores mûres. b spores germant. Elles ont émis un promycélium court, *p*, et développé un certain nombre de sporidies, *sp*. Le grossissement est indiqué par l'échelle.

Les spores s'allongent à peine et développent un tube parfois très court, parfois plus long, mais ne dépassant jamais le tiers de la longueur de la spore. Ce tube tantôt simple, tantôt ramifié représente un *promycélium* (fig. 10, II, *p*), car au bout d'un certain temps il se forme à son extrémité des spores secondaires ou *sporidies*, *sp*, extrêmement petites, fusiformes, atténuées en pointe, toujours courbées plus ou moins fortement en croissant ou en demi-cercle; elles ont de 8 à 11 μ de longueur et 1 à 1,5 μ de largeur (fig. 11, *b*).

Parfois le promycélium est réduit au minimum et les sporidies se forment à l'extrémité des spores ou sur les parties latérales; dans ce derniers cas, elles se développent toujours au voisinage d'une cloison (fig. 11, *d, e*).

Lorsqu'on examine au bout de plusieurs jours les cultures contenant les spores en germination, on n'aperçoit plus aucun progrès et il semble que la germination soit suspendue; mais

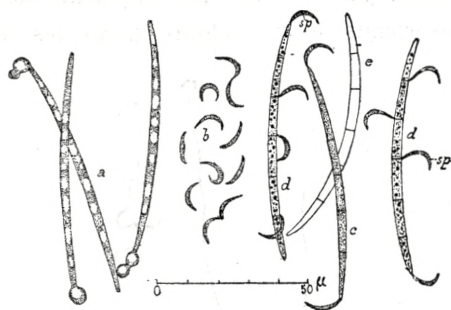


Fig. 11. *Ophiobolus graminis*.

a spores germant dans l'eau additionnée de sulfate d'ammoniaque; *b* sporidies libres; *c, d* spores produisant directement des sporidies sans former de promycélium; *e* spore vidée montrant les cloisons.

en regardant avec plus d'attention on constate que le nombre des sporidies a considérablement augmenté. Les sporidies paraissent animées d'un mouvement particulier, tantôt elles oscillent autour de leurs deux pointes et peuvent même pirouetter complètement, d'autres fois elles glissent en oscillant dans le

sens de la courbure. Grâce à ces mouvements, elles se déplacent assez rapidement dans le champ du microscope. Au premier abord, ces mouvements paraissent causés par le déplacement des nombreuses bactéries qui fourmillent dans le liquide, mais un examen attentif permet bien vite de distinguer les déplacements causés par le passage des bactéries du mouvement propre des sporidies, qui offre une assez grande régularité.

Je n'ai pas observé la germination des sporidies, bien que les cultures fussent vieilles; j'ai seulement constaté qu'elles s'unissent parfois deux à deux par leurs pointes de manière à former une sorte d'accent circonflexe (fig. 11, *b*).

Pensant que la germination de ces singulières spores secondaires aurait lieu sur le blé, j'ai semé les ascospores sur des plantules mises en germination au fond d'un cristalliseur dans une atmosphère maintenue humide. Le semis ayant eu lieu le 16 octobre, j'ai examiné les fragments de racine avec leurs poils absorbants le 20 octobre après les avoir traitées

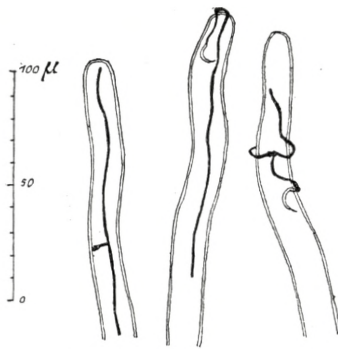


Fig. 12. *Ophiobolus graminis*.
Sporidies germinant sur les poils radicaux du blé.

par l'alcool, par le bleu d'aniline soluble et enfin par l'acide lactique. J'ai pu voir alors un certain nombre de ces sporidies en germination (fig. 12); elles émettent par une de leurs pointes, un tube germinatif long et étroit qui rampe à la surface des poils

absorbants et bientôt perfore la membrane pour pénétrer dans l'intérieur; la perforation paraît simple, sans gonflement ni retrécissement.

Dans l'eau additionnée de sels minéraux (sulfate d'ammoniaque à 1 ‰, phosphate d'ammoniaque à 1 ‰) la germination n'a pas lieu et on n'obtient pas de sporidies; les spores, placées dans le sulfate d'ammoniaque, se renflent un peu à leur extrémité, ou émettent un tube court renflé en tête, mais elles ne forment pas de sporidies (fig. 11, a).

b) *Leptosphaeria herpotrichoïdes*, de Not. — Les périthèces de cette espèce ont été rencontrés d'abord au mois d'octobre, entre les gaines et le chaume, au milieu du mycélium floconneux dont les filaments nombreux entourent la base, renflée, de forme sphérique: ils sont munis d'un col conique, droit ou un peu courbé qui a une longueur égale à la moitié ou aux deux tiers du diamètre de la partie ventrue, parfois même ce col est très court. Les exemplaires récoltés en juin et développés en grand nombre dans les gaines foliaires dissociées sont caractérisés par un col cylindrique très long, souvent tor-

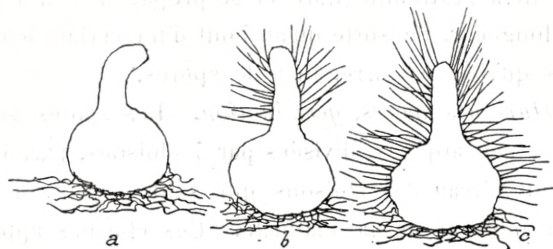


Fig. 13. Divers aspects du périthèce du *Leptosphaeria*. a périthèce nu; b périthèce à ostiole villose; c périthèce entièrement vilieux.

tueux, ayant en longueur le diamètre de la région basilaire. C'est là une variation qui ne répond pas à la diagnose de Saccardo¹⁾, mais ce n'est pas la seule; non seulement l'ostiole

¹⁾ *Leptosphaeria herpotrichoïdes*, de Not. Peritheciis sphæroïdeo depressis, demum fere liberis, parte inferiore vulgo filamentis fuliginis vel furces-

n'est pas toujours conique, mais elle est tantôt lisse, tantôt hérissée de filaments assez longs irréguliers rectilignes et dirigés en divergeant (fig. 13).

La déhiscence a lieu par un procédé différent de celui que nous avons décrit plus haut pour l'*Ophiobolus graminis*. Lorsque les périthèces mûrs sont placés dans l'eau (Pl. I, fig. 3 et 4), l'ostiole s'ouvre par une déchirure à bords dentés et laisse échapper un cordon gélatineux dont la largeur est égale au diamètre de l'ouverture et qui se replie plusieurs fois sur lui-même; dans la masse de gelée qui forme ce cordon se trouvent plongées les ascospores fusiformes et de couleur jaune fauve clair. On n'aperçoit pas trace de la membrane des asques, la gélification de cette dernière a eu lieu avant l'ouverture du périthèce et a formé une substance mucilagineuse assez compacte qui emprisonne les spores. L'extrémité libre du cordon mucilagineux expulsé des périthèces s'élargit par suite du gonflement consécutif à l'absorption de l'eau, puis la substance mucilagineuse ne tarde pas à se dissoudre en mettant les spores en liberté.

Le gonflement et la dissolution consécutive du cordon commencent à l'extrémité libre et se propagent peu à peu dans toute sa longueur, de sorte qu'au bout d'un certain temps il ne reste plus qu'un amas irrégulier de spores.

Structure des spores, germination. Les spores sont fusiformes, un peu arquées, divisées par 7 cloisons, parfois un peu rétrécies au niveau des cloisons qui sont toujours très apparentes au moment de la maturité. Ces cloisons apparaissent

centibus, tortuosis, porrectis villosis; ascis 80—100 = 10; sporidiis fusoides elongatis, 6—8 septatis loculo tertio vel quarto leviter tumido, luteolis 24—33 = 4—5. Hab. in culmis *Kalerie cristate* et *Andropogonis* emortuis in Fennia et Italia. Vix nisi peritheciis magis villosis a *Lep. culmifraga* differre videtur. In exemplaribus italicis, perithecia hyphis ramoso intricatis, fuliginis, basi villosa, ostiolo alte conoideo. Asci cylindracei 75—85 = 10 brevis noduloso stipitati, paraphysati octospori. Sporidia 30 = 4.5—5 anguste fusoides, curvula 7—9 septata loculo tertio superiore leniter protuberante dilute olivacea; stylospores cylindraceo vermiculares 40—45 = 3—3.5 crebre septulatae subhyalinae.

successivement et l'on peut se rendre compte de leur apparition par l'examen d'asques à divers degrés de maturation. On voit apparaître d'abord une cloison médiane qui partage la spore

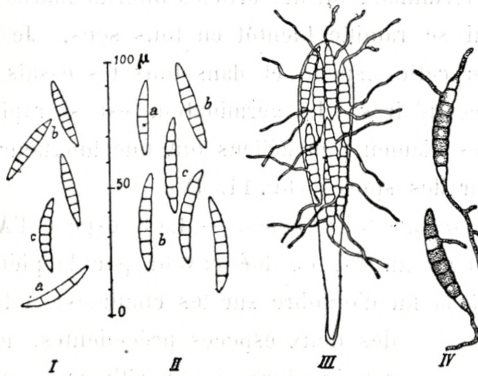


Fig. 14. *Leptosphaeria herpotrichoïdes*.

- I, Spores récoltés sur le blé après semis.
 II, Spores récoltés sur le blé malade du piétin: a spores jeunes, b spores plus âgées, c spores mûres.
 III, Spores germant dans les asques.
 IV, Spores germant, au bout de 8 à 10 heures.

en deux moitiés égales, puis chacune des moitiés se divise à son tour par une nouvelle cloison en deux parties et ces dernières se segmentent encore une fois. C'est donc par 3 partitions successives que se développent les 7 cloisons qui existent ordinairement; la différence d'âge des cloisons est toujours marquée dans les spores presque mûres par une épaisseur plus forte pour les cloisons les plus anciennes (fig. 14, I et II, a, b, c).

Au contraire de ce qui se passe pour l'*Ophiobolus* la germination est très rapide et la maturité des spores très précoce. Ainsi des périthèces incomplètement mûres, dans lesquels les spores sont encore incluses dans les asques dont la membrane n'est pas encore gélifiable, sont déjà capables de germer. Les filaments mycéliens issus des spores encore emprisonnées dans les asques se dirigent en tous sens en traversant la membrane de ces dernières (fig. 14, III).

Les spores mûres et isolées germent en cellule, dans une goutte d'eau suspendue, avec une grande rapidité. Au bout de 8 à 10 heures à la température de 10° à 12° elles émettent des articles terminaux ou des articles intermédiaires un filament mycélien qui se ramifie bientôt en tous sens. Je n'ai jamais observé avec cette espèce et dans tous les essais de culture, de spores secondaires. La germination est si rapide qu'après 16 heures les filaments mycéliens ont une longueur supérieure à la longueur des spores (fig. 14, IV).

c) *Pyrenophora trichostoma*. — La 3^e espèce d'Ascomycètes rencontrée dans un lot de blé envahi par le piétin ne s'est montrée qu'à la fin d'octobre sur les chaumes; à la différence

des deux espèces précédentes, le mycélium est incolore, les périthèces sont rares et n'ont d'ailleurs été rencontrés que sur un petit nombre d'échantillons ne présentant pas les caractères extérieurs du piétin.

Les périthèces sont fixés sur le chaume soit dans les entrenœuds, soit aux nœuds, et à peine immergés dans le tissu, car on peut les dégager facilement; ils sont noirs et hérissés d'épines noires rigides ou légèrement flexueuses, formées par des filaments mycéliens plusieurs fois septés.

Je n'ai pas eu d'échantillons assez nombreux et en bon état pour étudier le mécanisme de l'émission des spores et leur germination; j'ai dû, pour étudier les asques, écraser des périthèces incomplètement mûrs. Ceux-ci contiennent un petit nombre d'asques volumineux ayant 330—350 μ de longueur, 35 μ de largeur et une membrane très épaisse de 3 μ environ; ils renferment des ascospores jaunâtres divisées par 3 cloisons transversales

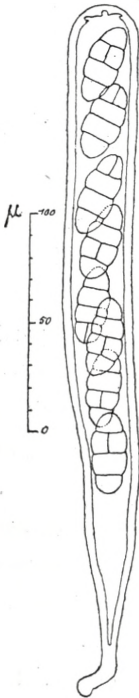


Fig. 15. Asque isolée de *Pyrenophora trichostoma*.

et par une cloison longitudinale placée tantôt à l'extrémité tantôt au milieu; elles sont un peu rétrécies au niveau des cloisons. Le longueur est de 35 à 40 μ et leur largeur de 12 à 15 μ (fig. 15).

Les dimensions que je viens de donner pour les asques et les spores correspondent à peu près à celles de la diagnose de Saccardo pour le *Pyrenophora trichostoma*; c'est donc à cette espèce que je rapporterai la forme qui vient d'être décrite, bien que les caractères du périthèce ne concordent pas absolument.

d) *Espèces à fructifications imparfaites ou indéterminables.*

— La base des chaumes envahis par le piétin est souvent couverte, en outre du mycélium floconneux que nous avons signalé à propos du *Leptosphaeria herpotrichoïdes*, d'un mycélium noir ou brun formé d'articles polyédriques étroitement serrés les uns contre les autres et appliqués contre la surface du chaume. La face interne des cellules constituant un faux parenchyme de revêtement présente une petite éminence terminée par un orifice étroit; chacun de ces orifices correspond à une perforation de la surface épidermique et donne issue aux filaments qui s'introduisent dans la plante hôte.

1° On n'observe aucune fructification sur le mycélium ainsi disposé en faux parenchyme, mais quand on abandonne les chaumes dans un endroit humide, leur surface prend bientôt une teinte d'un noir mat dans laquelle la loupe permet d'apercevoir de nombreux grains noirs serrés les uns contre les autres. Si on détache avec un scalpel ou un rasoir de fins lambeaux d'épiderme, on voit que la teinte noire et l'aspect poussiéreux sont dus à l'existence d'un grand nombre de spores cloisonnées en divers sens et formées d'un seul plan de cellules à parois brunes; elles ont la forme de palettes allongées constituées par 4 ou 5 rangées de cellules; l'une des extrémités est arrondie et présente encore les restes du pédicelle qui attachait les spores et en ce point les files cellulaires externes, une ou

deux, entourent complètement la ou les files cellulaires internes; à l'extrémité opposée, qui constitue le sommet de la spore, les files cellulaires se terminent toutes au même niveau en demeurant parallèles entre elles; souvent les files cellulaires internes dépassent les files externes sans cesser d'être parallèles, plus rarement enfin une ou deux files cellulaires se terminent brusquement à la moitié ou au tiers de la longueur de la spore. Les parois des cellules sont fortement colorées en brun, sauf celles qui sont à l'extrémité supérieure, qui sont incolores ou peu colorées. (Planche I, fig. 11).

Les dimensions de ces spores cloisonnées sont de 40 à 50 μ de longueur et de 20 à 30 μ de largeur, elles paraissent répondre aux formes désignées sous le nom de *Speira* ou de *Dictyosporium* par Corda, et constituent sans doute la forme imparfaite d'un ascomycète. Nous reviendrons sur leur structure et leur développement à propos du *Leptosphaeria*.

2° Chez d'autres chaumes abandonnés également dans un milieu humide, la teinte noire mate qu'ils ne tardent pas à prendre est due à l'accumulation d'un grand nombre de spores noires, ovoïdes ou arrondies, toujours unicellulaires, ayant 8 μ de longueur et 3 à 4 μ de largeur. Ces spores correspondent au genre *Coniosporium* Link, bien qu'il ait été difficile de reconnaître la nature du mycélium qui les a formées, à cause de l'état de décomposition qu'il présente. (Planche I, fig. 10.)

3° Enfin j'ai rencontré sur certains chaumes, très rarement à la vérité, un duvet noir formé par des pédicelles fructifères noirs ayant 200 à 300 μ de longueur, recourbés plus ou moins complètement en crosse à leur sommet et terminés par un ou deux renflements assez courts, dépassant à peine le diamètre des filaments, qui sont couverts de stérigmates soit simples soit bifurqués; ces stérigmates portent une file de 3 ou 4 spores sphériques dont la dernière, la plus externe et aussi la plus âgée, a un diamètre double des cellules sous-jacentes; leur diamètre est de 16 à 18 μ et leur surface est hérissée d'une

multitude de batonnets qui ont à peu près $0,5 \mu$ de longueur. (Pl. I, fig. 5, 6, 7.)

Tout cet appareil constitue un système conidien voisin des *Aspergillus* et des *Sterigmatocystis*, mais leur extrême rareté, l'insuccès des semis effectués pour étudier la germination des spores n'a pas permis d'établir les relations de cette forme conidienne avec l'une des formes parfaites déjà connues.

La courbure constante du pédicelle fructifère au sommet, la grandeur des spores, la teinte noire des spores constituant des caractères différents de ceux des espèces connues, m'engagent à former une espèce nouvelle sous le nom d'*Aspergillus circinatus* nov. spec.

En terminant cette description des champignons récoltés sur le blé envahi par le piétin, je dois faire remarquer que deux espèces seulement ont été rencontrées en fructification sur les chaumes recueillis dans les champs contaminés soit pendant les mois d'octobre et de novembre 1897, soit plus récemment au mois de juin.

Les autres formes de fructifications n'ont fait leur apparition que sur les chaumes conservés à l'humidité dans le laboratoire, leur mycélium existait cependant sur les chaumes recueillis en plein air, car les chaumes sains et secs n'ont rien développé de semblable, quoiqu'ils fussent placés dans les mêmes conditions que les précédents et dans leur voisinage.

III. *Expériences de semis des espèces précédentes sur le blé.* — Il reste maintenant à rechercher le rôle que les espèces et les formes précédemment décrites jouent dans le développement de la maladie du piétin.

L'exposé que nous avons fait de ces espèces montre que, malgré l'intérêt de la découverte de l'*Ophiobolus* par MM. Prillieux et Delacroix sur les chaumes de blé, l'observation seule ne suffit plus pour affirmer la cause de la maladie.

Seules les expériences de semis sur le blé permettront de

faire le départ entre les espèces parasites et les espèces saprophytes.

Au mois d'octobre 1897, j'ai institué ces expériences sur le blé de Bordeaux, variété qui, à Galande, a été décimée par le piétin; ces expériences ont duré jusqu'au mois d'août 1898.

Pour deux espèces seulement, l'*Ophiobolus graminis* et le *Leptosphaeria herpotrichoides* qui ont été rencontrées le plus souvent dans les blés atteints du piétin, j'ai obtenu un résultat positif et démontré expérimentalement leur parasitisme; les autres espèces n'ont pas donné de résultats pour des causes diverses.

J'ai séparé les périthèces de l'*Ophiobolus* de ceux du *Leptosphaeria* en dissociant les chaumes ou les gaines foliaires sous le microscope; la séparation étant rendue très facile parce qu'à l'époque du semis, les périthèces d'*Ophiobolus* s'étaient développés presque exclusivement et en grand nombre sur les gaines désorganisées de la base des chaumes, tandis que les périthèces du *Leptosphaeria* se rencontraient exclusivement au milieu du mycélium floconneux situé entre les gaines et la surface du chaume.

Les groupes de périthèces ainsi séparés ont été placés dans l'eau et, au moyen d'une légère pression exercée par un agitateur, on a mis les spores en liberté.

D'autre part plusieurs pots en terre ont été ensemencés avec du blé de Bordeaux, deux de ces pots ont été arrosés avec de l'eau tenant en suspension les spores d'*Ophiobolus*, deux autres pots ont été arrosés avec de l'eau tenant en suspension les spores de *Leptosphaeria*; deux autres pots enfin ont été conservés comme témoins.

Les pots furent disposés dans des cristallisoirs de manière à maintenir la terre humide pendant longtemps et par conséquent à placer les parties souterraines des plants dans les conditions où se trouve le blé d'hiver pendant les années pluvieuses.

A partir du moment où la végétation a commencé à de-

venir vigoureuse on a arrosé, de temps à autre, les divers pots avec une solution nutritive minérale.

La végétation du blé, d'abord très vigoureuse, est devenue languissante au mois de janvier et le 15 février les plants sur lesquels les spores de *Leptosphaeria* avaient été semés, sont morts. Sur les chaumes et les gaines desséchées j'ai trouvé un certain nombre de périthèces renfermant des ascospores identiques à celles qui avaient été semées en octobre.

Dans les pots ayant reçu les spores d'*Ophiobolus* on n'a pas trouvé trace de fructifications et il ne semble pas à ce moment que l'évolution de cette espèce ait pu parcourir tout son cycle.

A la fin du moi de février on a semé de nouveau du blé de Bordeaux dans tous les pots. Ceux qui avaient reçu en octobre les spores de *Leptosphaeria* renfermaient à ce moment parmi les débris des chaumes et des gaines qu'on y avait laissés, les spores développées dans la première partie de l'hiver. Les pots qui avaient reçu les spores d'*Ophiobolus* ne paraissaient rien contenir en état de fructification, on s'est borné à laisser dans le sol les débris du blé semé en octobre.

La végétation du nouveau blé a été assez luxuriante malgré la sécheresse du printemps et grâce aux cristallisoirs maintenant à la base des plants une humidité constante. A la fin de juillet un certain nombre de plants ont fructifié d'une manière normale dans les pots témoins et dans les pots qui avaient reçu les spores d'*Ophiobolus*, les chaumes présentaient un diamètre considérable et se faisaient remarquer par leur rigidité aussi grande dans les pots de l'*Ophiobolus* que dans les pots témoins. Au contraire les plants qui avaient reçu les spores de *Leptosphaeria* n'ont pas eu d'épiaison, les chaumes étaient plus grêles et à paroi plus mince, ils étaient tous brunis et couchés ou courbés dès la base.

En examinant avec soin la partie inférieure des chaumes qui avaient poussé sur la terre arrosée de spores d'*Ophiobolus*,

j'ai constaté que ceux-ci étaient couverts de taches noires, que les racines étaient noircies sur une grande partie de leur longueur. De nombreux périthèces d'*Ophiobolus* existaient tant sur les racines que sur les chaumes, il n'en existait pas sur les gaines d'ailleurs presque entièrement désorganisées et réduites à la trame formée par le réseau de nervures.

Les plants développés dans les pots à *Leptosphaeria* déjà fructifié au mois de février, comme nous l'avons vu, avaient leurs chaumes couchés et brunis, toutes les gaines foliaires renfermaient en très grand nombre des fructifications de *Leptosphaeria*; ces fructifications étaient aussi implantées dans la surface des chaumes.

Il va sans dire que les plants témoins ne présentaient aucune de ces altérations et se trouvaient relativement sains, autant du moins qu'on peut les obtenir dans des pots placés dans la cour d'un laboratoire et qu'on a dû soustraire aux ravages exercés par les moineaux qui venaient dévorer les feuilles et les épis sortant du treillis en fil de fer destiné à les isoler.

Il résulte des constatations faites au cours de ces expériences plusieurs conséquences importantes.

1° L'*Ophiobolus graminis* et le *Leptosphaeria herpotrichoïdes* sont essentiellement parasites et peuvent être obtenus par le semis des spores sur des plants de blé pris au début de la végétation.

2° Ils accomplissent leur évolution en développant exclusivement leur mycélium à la base des chaumes, dans le chaume même, dans les gaines foliaires et pour l'*Ophiobolus* dans les racines.

3° L'évolution est de courte durée pour le *Leptosphaeria* qui peut présenter plusieurs cycles de végétation pendant l'évolution du blé d'hiver.

4° L'évolution de l'*Ophiobolus* paraît avoir une durée plus grande, puisque les fructifications n'ont apparu qu'à la fin du mois de juillet.

5° La part que prennent ces deux parasites au développement de la maladie du piétin est très inégale. L'*Ophiobolus* ne détermine pas, dans les cultures en pots, la courbure du chaume ou ne la provoque que d'une manière exceptionnelle, il n'empêche pas non plus l'épiaison, bien que les conditions défectueuses dans lesquelles s'est accomplie la maturité n'aient pas permis de vérifier si les grains étaient aussi fournis que dans les plants témoins. Le *Leptosphaeria* au contraire a déterminé dans tous les chaumes une modification telle que ceux-ci étaient tous couchés et brunis, que les feuilles sont restées grêles et que l'épiaison n'a pas eu lieu. C'est donc le *Leptosphaeria herpotrichoïdes* qui joue le rôle prépondérant dans la maladie du piétin non seulement en affaiblissant les plants de blé par son action propre, mais encore en exposant ceux-ci, à la suite de la courbure provoquée par la diminution de résistance du chaume, à toutes les causes de contamination du blé versé. Que l'*Ophiobolus* ajoute son action à celle du *Leptosphaeria*, cela n'est pas douteux, puisque ces deux espèces sont fréquemment associées, mais il ne paraît jouer dans le piétin qu'un rôle secondaire.

IV. *Examen des blés envahis par le Leptosphaeria.* — Les cultures ayant permis de séparer deux parasites presque toujours associés, il est possible de compléter la description que nous avons donnée des fructifications de chacun d'eux en faisant connaître la structure du mycélium, ses rapports avec la plante hôte et les formes conidiennes que j'ai rencontrées.

1° *Mycélium.* Le mycélium du *Leptosphaeria herpotrichoïdes* de Not. pénètre les gaines foliaires, les chaumes ou forme à la surface de ces derniers un réseau de structure variable. Les filaments mycéliens ont 3 à 4 μ de diamètre, ils sont bruns flexueux dans toutes les gaines ou à la surface des chaumes, ils sont incolores dans le tissu du chaume ou ne présentent

dans les cellules superficielles qu'une faible coloration. Le mycélium présente trois aspects différents: il est tantôt floconneux et adhère à peine à la surface du chaume; c'est au milieu des filaments floconneux que l'on rencontre, en automne, de nombreux périthèces. Il forme alors un duvet noir que le plus léger frottement enlève, et ne présente qu'un petit nombre d'ampoules perforatrices. (Pl. II, fig. 1.)

D'autres fois le mycélium forme un réseau étroitement appliqué à la surface du chaume, pour l'observer on enlève des lambeaux d'épiderme. On constate alors que celui-ci est couvert par un réseau de filaments dont les mailles sont irrégulières et les filaments qui les limitent sont obliques par rapport à la grande longueur des cellules épidermiques, car il est rare qu'ils suivent la direction de ces dernières (Pl. II, fig. 1 et 2). Aux points où plusieurs filaments se réunissent ils deviennent variqueux, se renflent en boule ou en ampoule; les ampoules sont souvent irrégulières, d'un diamètre égal à 10 ou 15 μ et forment alors saillie à la surface (Pl. II, fig. 1 *b*), d'autres fois elles s'appliquent les unes contre les autres et contre la surface du chaume, elles deviennent polyédriques et constituent de petites plages de faux parenchyme qui sont très adhérentes, parce que chacun des articles du faux parenchyme envoie un prolongement qui perfore l'épiderme et pénètre dans la plante hôte; le point de pénétration est indiqué par une petite auréole se détachant en clair sur la teinte foncée des articles. (Pl. III, fig. 1 et 2.)

De ces plages plus ou moins étendues se détachent un grand nombre de filaments mycéliens toujours disposés en rayonnant.

Sur le trajet de ces filaments on aperçoit çà et là des renflements fusiformes émettant des branches perforantes, ou bien des rameaux courts renflés aussi en ampoules fusiformes pourvues également de branches perforantes (Pl. II *a*). La présence de ces ampoules perforantes situées sur le trajet des

filaments ou placées sur de courts rameaux latéraux, est tout à fait caractéristique pour le mycélium du *Leptosphaeria herpotrichoïdes*.

Le diamètre des filaments oscille entre 2 et 4 μ , ordinairement il est de 3 μ . Les ampoules perforantes ont 6 à 8 μ de largeur et 10 à 12 μ de longueur; les renflements formés aux points de croisement des mailles du réseau ont 8 à 12 μ . Les cloisons qui fragmentent ces filaments sont très irrégulièrement distribuées: tantôt elles sont assez rapprochées, tantôt elles sont très espacées.

Quand on détache au moyen d'un scalpel les plaques de faux parenchyme, les surfaces épidermiques sous-jacentes se montrent criblées d'un grand nombre de trous correspondant aux ampoules ou aux articles perforants (Pl. III, fig. 3). La pénétration des filaments mycéliens paraît s'accomplir par un phénomène purement mécanique; car les membranes ne manifestent aucune altération autour des points de pénétration; ceux-ci sont semblables aux trous que l'on réaliserait avec des épingles; ils sont orientés normalement à la surface épidermique sauf quand ils occupent la cloison mitoyenne de deux cellules épidermiques, dans ce cas, leur direction est oblique de manière à ce qu'ils débouchent dans la cavité cellulaire.

2° *Fructifications*. Les fructifications sont de deux sortes: celles qui représentent la forme parfaite sont des périthèces, les autres constituent des conidies.

a) *Conidies*. Les conidies forment de petites palettes ovales ou linguiformes constituées par 2, le plus souvent 5 rangées de cellules brunes, exceptionnellement 8 rangées dont nous avons fait connaître la structure plus haut (voir p. 253). La structure et la forme de ces conidies, la dimension des articles les rapprochent beaucoup du *Dictyosporium opacum* Cook et Harl. in Grev. rencontré sur le chaume du *Typha latifolia*. Cette forme a fait son apparition exclusivement sur les chaumes des blés ensemencés avec les ascospores de *Leptosphaeria herpotrichoïdes*, et les

conidies se développent en grand nombre sur les plaques de faux parenchyme qui couvrent la surface des chaumes; elles sont si abondantes qu'elles communiquent à ce dernier une teinte d'un noir foncé.

Leur développement a lieu de la manière suivante. (Pl. II, fig. 2 *b*.) Les hyphes des plages de faux parenchyme émettent un filament renflé en une petite ampoule qui se cloisonne et se contourne de manière à former la base arrondie des conidies (*d*). Quand il s'est constitué un massif de plusieurs cellules, celles qui sont à la base épaississent et noircissent leurs parois, tandis que les cellules terminales opposées au filament d'insertion conservent des parois incolores et s'allongent en files parallèles qui se cloisonnent au fur et à mesure de leur allongement. Ces files restent accolées ordinairement dans le même plan et forment une palette de 4, 5 ou 6 rangées cellulaires. C'est uniquement sur les plages de faux parenchyme qu'elles prennent naissance, mais pendant leur formation les filaments mycéliens épuisés par cette production se décolorent peu à peu, perdent la netteté de leurs contours, de sorte qu'à la maturité complète des conidies il est parfois difficile de reconnaître le mycélium qui les a formées.

J'ai essayé à deux reprises et sans aucun succès de faire germer ces conidies, la sécheresse exceptionnelle de la fin de l'été ne m'a pas permis de retrouver en bon état les échantillons nécessaires pour renouveler ces essais infructueux.

Périthèces. Les périthèces du *Leptosphaeria* que j'ai rencontré et semé sur le blé ne répondent pas tout à fait à la description donnée par Saccardo¹⁾ pour les deux espèces les plus voisines: le *L. herpotrichoïdes* de Not. et le *L. culmifraga*. En ce qui concerne la première, M. Saccardo fait remarquer qu'à l'exception de la villosité plus grande, elle ne diffère pas beaucoup du *L. culmifraga*. Les exemplaires récoltés

¹⁾ *Sylloge Fungorum* T. 2, p. 75 et suiv.

en Italie ont un ostiole assez grand, conique, probablement nu, puisque la description indique que la base du périthèce est villoseuse. Or, à ce point de vue, les fructifications que j'ai rencontrées présentent les dispositions les plus variées. Tantôt l'ostiole est droit, court, conique et nu comme dans le *L. culmifraga*, d'autres fois il est plus long et courbé; enfin sur les échantillons récoltés au mois de juin l'ostiole est long, cylindrique et couvert de poils roides ou flexueux qui divergent en tous sens (fig. 13, p. 249).

Les caractères du périthèce du *L. herpotrichoïdes* tirés de la forme et de la grandeur de l'ostiole ne sont donc pas plus constants que le degré de villosité, puisque les filaments, toujours nombreux à la base du périthèce, peuvent se développer en abondance sur toute la surface et même sur l'ostiole. La situation des périthèces est très variable aussi; sur les chaumes et dans les gaines foliaires, ils sont enfoncés dans les tissus et laissent dépasser l'ostiole ou parfois même la moitié supérieure du corps du périthèce; ils ne deviennent entièrement libres, dans les gaines foliaires que par la désorganisation du parenchyme. Nous avons vu aussi qu'ils peuvent être libres dès l'origine, quand ils se développent au sein du tissu floconneux qui recouvre les chaumes dans l'espace encore protégé par les gaines.

Si la situation et la structure des périthèces sont variables, les asques et les spores présentent un grand degré de constance dans leur forme et leurs dimensions, aussi ai-je invoqué ces caractères pour rapporter l'espèce rencontrée sur le blé au *Leptosphaeria herpotrichoïdes* de Not.

Altérations produites dans les plants de blé par le L. herpotrichoïdes. Le mycélium de ce parasite envahit les gaines foliaires et les chaumes; en cheminant dans les tissus, il provoque la mort des cellules, qui prennent une teinte brune, les parties molles sont rapidement attaquées et notamment le liber des faisceaux. En dehors de la surface épidermique qui

contracte, avec le mycélium superficiel, les relations que nous avons indiquées, les tissus du chaume ne renferment pas un grand nombre de filaments mycéliens, et cependant ils manifestent tous les signes d'une profonde altération. Il est probable que les hyphes exercent leur action nocive à distance au moyen d'un produit soluble qu'ils excrètent.

Le trait le plus saillant de cette action nuisible, qui explique les caractères extérieurs de la maladie, consiste dans la réduction de l'épaisseur du chaume, en même temps les

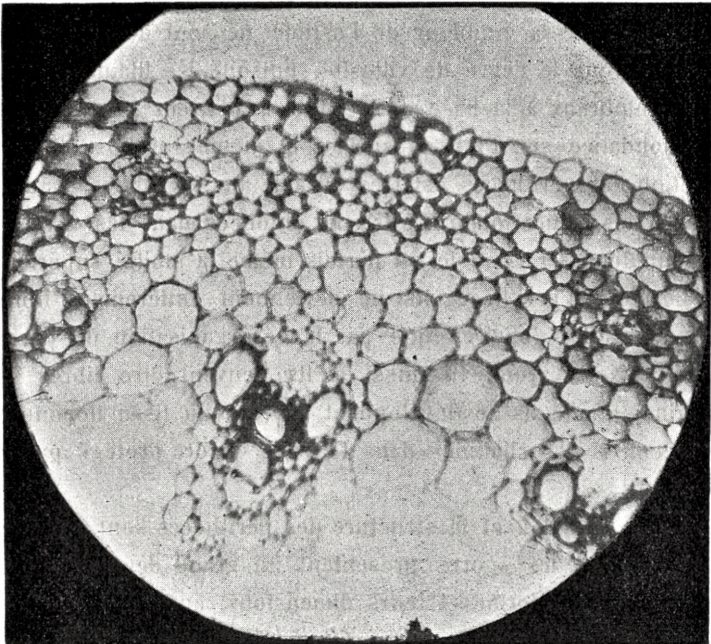


Fig. 16. Coupe transversale d'un chaume de blé envahi par le *Leptosphaeria*. Réduction de l'épaisseur du chaume et de l'anneau mécanique.

membranes sont plus minces et l'appareil mécanique qui est constitué, comme on le sait, chez les graminées, par un anneau lignifié englobant les faisceaux les plus extérieurs, subit une réduction très considérable; cette réduction de l'anneau mécanique est d'autant plus grande que l'invasion des plants est

plus précoce; on comprend alors pourquoi la réduction de l'appareil qui donne de la rigidité aux chaumes diminue leur résistance et pourquoi ils se courbent en tous sens et s'abattent sur le sol (fig. 16).

Dans les gaines foliaires, la destruction des tissus est réalisée par un mycélium à filaments étroits de 1μ de diamètre; ces filaments tantôt simples, tantôt couverts de ramifications courtes, cheminent contre les parois en suivant toujours la même direction oblique par rapport à l'axe longitudinal des cellules; cette direction est précisément celle des stries obliques que l'on observe dans les membranes un peu épaissies (Pl. I, fig. 9). Sous l'influence de ce mycélium, la partie cellulosique de la membrane est digérée et l'action des réactifs iodés, qui fait ressortir en brun violacé ou en violet foncé les parties intactes, montre que la destruction de la cellulose a lieu le long de bandes plus ou moins larges dirigées obliquement (Pl. I, fig. 8). Je n'ai pas pu décider si ce mycélium appartient réellement au *Leptosphaeria* ou s'il représente un saprophyte introduit dans les tissus déjà tués par le parasite; la seconde hypothèse me paraît acceptable, mais l'absence de fructifications ne me permet pas de me prononcer avec certitude.

Le parasitisme du *L. herpotrichoïdes* sur le blé, que j'ai établi le premier d'une façon indiscutable, n'était pas soupçonné jusqu'ici. Cependant M. Frank ¹⁾ a décrit la même espèce il y a quelques années sur le seigle et l'a désignée sous le nom de *briseur de chaumes de seigle* (der Roggen-Halmbrecher) en attribuant, sans avoir fait d'expériences de semis, à son action une maladie assez grave du seigle, observée en Allemagne et caractérisée par ce fait que «les chaumes de seigle dans les champs, au moment de la floraison, fléchissent vers le sol ou meurent le plus souvent de sorte que le champ présente le même aspect qu'après l'attaque de la mouche de

¹⁾ B. Frank, *Die unsern Deutschen Getreidepilze*. Bericht. der Deutschen Bot. Gesellschaft. Bd. XIII. 1895.

Hesse». M. Frank attribue ces dégâts à la perte de résistance à la flexion causée par l'envahissement des tissus lignifiés par le champignon. Nous venons de voir que l'anneau de soutien ne se constitue pas ou se détruit sous l'influence du parasite et la courbure du chaume est la conséquence de cette réduction.

Examen des blés envahis par l'Ophiobolus graminis. Le mycélium de ce parasite se développe comme le précédent à la base des chaumes, auxquels il donne une teinte noire. Quand il est peu développé, il forme des taches isolées étroites et allongées qui forment des marbrures noires. Il est toujours très adhérent à la surface du chaume, les filaments qui le composent ont un diamètre de 5μ environ et cheminent ordinairement suivant la direction des génératrices de la tige en émettant des ramifications disposées souvent à angle droit. En beaucoup de régions, les ramifications issues de filaments voisins se pénètrent et s'intriquent les unes dans les autres, de manière à constituer des plaques de faux parenchyme correspondant aux marbrures des chaumes et qui rappellent à première vue celles que nous avons signalées à propos du *Leptosphaeria*. Elles s'en distinguent par ce que les articles qui les forment sont plus réguliers et le plus souvent quadrangulaires (Pl. III, fig. 4); ces articles présentent parfois en grand nombre des branches perforantes qui déterminent, en s'enfonçant dans l'épiderme, l'adhérence des plagues. La comparaison des dessins annexés à ce travail montre bien la différence du mycélium des deux parasites; la différence la plus frappante consiste, chez l'*Ophiobolus*, dans l'absence d'ampoules perforatrices isolées (Pl. II et III).

Lorsqu'on examine un lambeau d'épiderme débarrassé des plagues de faux tissu qui le recouvraient, on aperçoit de nombreux trous correspondant aux branches perforantes; leur diamètre est d'environ 1μ dans la région qui traverse les membranes (Pl. III, fig. 5). Ces branches ont cheminé contre la paroi en la rougeant sur une certaine étendue de manière à

former des arborisations irrégulières qui se détachent en gris clair sur le fond transparent des membranes.

C'est là une disposition que je n'ai pas rencontrée chez le *Leptosphaeria*.

Fructifications. L'*Ophiobolus* présente aussi des périthèces et des conidies, ces dernières correspondant peut-être au *Coniosporium (Gymnosporium) rhizophilum* (Pr.) Sacc.

Périthèces. Les périthèces sont toujours immergés plus ou moins profondément dans les tissus, jamais ils ne se développent librement à la surface des chaumes. On les trouve dans les gaines foliaires, sur les racines, sur les chaumes et parfois même à la surface interne de ces derniers. Lorsqu'ils sont développés dans les gaines foliaires ou à l'extérieur des chaumes, ils sont glabres et répondent bien à la description de Saccardo, mais ceux que j'ai observés à l'intérieur des chaumes sur le blé développé dans les pots ensemencés avec les spores d'*Ophiobolus*, sont couverts de filaments blancs divergeant dans tous les sens; l'ostiole traversait toute l'épaisseur du chaume pour s'ouvrir par une petite protubérance à sa surface extérieure.

Je n'ajouterai rien à la description complète et inédite donnée plus haut sur l'émission des spores, leur structure et leur germination.

Conidies. Les conidies sont unicellulaires, brunes, de forme ovale ou elliptique, parfois arrondies; elles ont 8μ de longueur et 5 à 6μ de largeur; elles forment la poussière noire qu'on trouve fréquemment à la surface des chaumes, ces cellules sont des spores du genre *Coniosporium* (Pl. I, fig. 10). Elles se développent sur le mycélium de l'*Ophiobolus graminis* qui chemine à la surface du chaume et parfois en si grande abondance que celui-ci devient entièrement noir. Les circonstances ne m'ont pas permis d'étudier à temps la germination de ces conidies et par suite de démontrer plus rigoureusement leur filiation. Il est bien difficile d'identifier des formes aussi peu définies

avec celles qui ont déjà été décrites, cependant celle que j'ai rencontrée paraît se rapprocher du *Coniosporium rhizophilum*. Cette constatation est en contradiction avec le fait signalé par Fuck, et rapporté par Saccardo, que le *C. rhizophilum* (*Gymnosporium*) serait la forme conidienne du *L. culmifraga*.

Je ne puis admettre cette opinion, car les deux formes conidiennes que j'ai rencontrées dans le blé ont été trouvées sur les plants cultivés côte à côte et exposés, par suite, à tous les ensemencements en commun. Or le *Dictyosporium (opacum?)* s'est rencontré exclusivement sur les plants envahis par le *L. herpotrichoïdes*, très voisin du *L. culmifraga*, et le *Coniosporium (rhizophilum?)* exclusivement sur les plants envahis par l'*Ophiobolus graminis*.

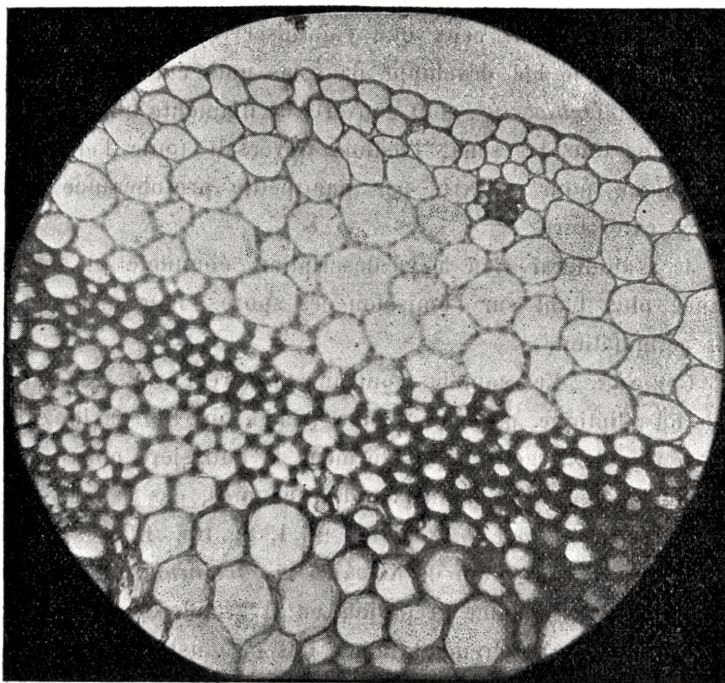


Fig. 17. Coupe transversale d'un chaume de blé envahi par l'*Ophiobolus*. L'épaisseur du chaume est à peu près normale et l'anneau mécanique est bien développé.

En l'absence d'essais de germination permettant de remonter par les semis à la forme ascosporee, nous avons, dans les conditions de culture, dans l'examen microscopique, des preuves presque complètes en faveur de la réalité des relations que j'ai signalées.

Il nous reste à faire connaître l'influence de l'*Ophiobolus* sur la structure des chaumes. Nous avons déjà vu que les plants de blé envahis par ce parasite conservent leur rigidité et fructifient normalement. La structure du chaume est très peu modifiée; malgré la pénétration de nombreux filaments mycéliens, l'épaisseur des tissus, le développement de l'appareil mécanique sont normaux comme le montre la figure 17.

L'*Ophiobolus graminis* paraît donc être un parasite peu dangereux, qui végète dans les gaines foliaires désorganisées, dans les tissus superficiels de la tige et de la racine et n'envahit la totalité de la base du plant qu'à la période ultime de la végétation.

Conclusions.

1° Les plants de blé envahis par le piétin et examinés au mois d'octobre ont présenté un certain nombre de formes de champignons: a) des formes parfaites, telles que l'*Ophiobolus graminis* Sacc., le *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not. et le *Pyrenophora trichostoma* (Fr.) Sacc. b) des formes conidiennes imparfaites: *Dictyosporium (opacum?)* Cooke et Harl., *Coniosporium (rhizophilum?)* (Pr.) Sacc. et l'*Aspergillus circinatus* nov. spec.

2° Les périthèces d'*Ophiobolus* émettent leurs asques qui éclatent dès la sortie en projetant des spores bacillariformes. Les spores germent en émettant un promycélium court ou nul, ramifié ou simple et développent aussitôt des sporidies très petites affectant la forme de croissant et mobiles. Ces sporidies n'ont pas germé dans les milieux de culture, mais sur les poils radiaux des jeunes plantules de blé.

3° Le *Leptosphaeria herpotrichoïdes* fait éclater ses asques dans le périthèce et à la maturité laisse échapper les spores incluses dans un cordon gélatineux qui se gonfle peu à peu et se dissocie dans l'eau. La germination des spores est précoce et rapide, car elle a déjà lieu quand les spores sont encore incluses dans les asques; il ne se forme pas de sporidies.

4° Les essais d'inoculation n'ont réussi qu'avec le *Leptosphaeria* et l'*Ophiobolus*, le premier ayant fructifié plusieurs fois jusqu'à la fin de la végétation, le second n'ayant fructifié qu'au mois de juillet.

5° Les essais d'inoculation qui n'avaient jamais été réalisés pour ces espèces mal connues, ont mis en évidence la vraie nature parasitaire de ces deux espèces et montré l'influence très inégale qu'ils exercent sur le développement du piétin. Les chaumes envahis par le *Leptosphaeria* étaient tous couchés et n'ont pas fructifié; la faible résistance de ces chaumes, qui les courbe ou les brise sans pluie ni vent, est due à leur faible épaisseur et à la réduction extrêmement grande de l'appareil mécanique. Les chaumes envahis par l'*Ophiobolus* sont demeurés rigides et ont fructifié presque normalement.

La maladie du piétin est donc due au *Leptosphaeria herpotrichoïdes*; l'*Ophiobolus* fréquemment associé à lui ne joue dans cette affection qu'un rôle secondaire ou nul.

6° L'examen des blés envahis par ces deux espèces a permis de formuler les différences de structure des mycéliums et de préciser la relation de certaines formes conidiennes avec les formes parfaites. Il a montré que le *Dictyosporium (opacum?)* est la forme conidienne du *Leptosphaeria herpotrichoïdes* et que le *Coniosporium (rhizophylum?)* est la forme conidienne de l'*Ophiobolus graminis*.

Paris, 24 octobre 1898.

Explication des planches.

Planche I.

Fig. 1. Périthèce d'*Ophiobolus graminis* à maturité, figuré au moment de l'émission des spores. On voit que les asques s'échappent une à une et se déchirent vers le tiers inférieur au moment où elles viennent de franchir l'ostiole.

Fig. 2. Divers états des asques. *a* asque mûre; *b*, *c*, *d* débris de l'asque déchirée, en *b* la paroi est déjà un peu gonflée, en *c* elle est plus fortement gonflée, en *d* la paroi gonflée s'est liquifiée ne laissant plus comme vestige de sa présence que le mince revêtement interne coloré en rose par le rouge de ruthénium.

Fig. 3 et 4. Périthèces de *Leptosphaeria herpotrichoïdes* représentés à l'état de maturité et au moment de l'émission des ascospores. On voit que la paroi des asques est gonflée et dissociée déjà dans le périthèce, le produit de la dissociation forme une gelée emprisonnant les asques. Sous la pression déterminée par le gonflement de ce mucilage de nature callosique, on voit un cordon s'échapper à travers l'ostiole en se recourbant sur lui-même un certain nombre de fois; un peu plus tard les spores qu'il agglutine sont mises en liberté et disséminées par la liquéfaction complète du mucilage.

Fig. 5. Espèce nouvelle d'*Aspergillus* appartenant au groupe des nigrescentes et désignée sous le nom d'*Aspergillus circinatus* nov. sp.

Fig. 6. Fragment du filament fructifère d'*A. circinatus* montrant les stérigmates ordinairement simples.

Fig. 7. Fragment de la même espèce montrant un stérigmate double.

Pour les 3 figures 5, 6, 7, le grossissement est indiqué par l'échelle située à la base.

Fig. 8. Fragment d'épiderme de la gaine foliaire dont la membrane cellulosique a été partiellement digérée par un mycélium intimement mélangé à celui du *Leptosphaeria*; la préparation a été traitée par le rouge Congo, colorant acide de la cellulose en bain alcalin.

Fig. 9. Fragment d'épiderme de la gaine foliaire envahie par un mycélium qui digère les membranes dans les pieds de blé envahis par le piétin. Les parties digérées sont marquées par une auréole grise et les filaments mycéliens qui cheminent en rampant suivant une direction oblique sont colorés en bleu. C'est l'aspect de la préparation après l'action du bleu d'aniline soluble.

Fig. 10. Conidies formant le *Coniosporium (rhizophilum?)* et appartenant à l'*Ophiobolus graminis*.

Fig. 11. Conidies constituées par le *Dictyosporium (opacum?)* et appartenant au *Leptosphaeria herpotrichoïdes*.

Le grossissement est indiqué pour les objets figurés en 10 et 11 par l'échelle située entre les deux figures.

Planche II.

Fig. 1. Mycélium de *Leptosphaeria herpotrichoïdes* développé à la surface du chaume du blé; il est faiblement adhérent par quelques ampoules perforatrices *a* et présente, çà et là, des ampoules irrégulières *b*. Le grossissement est indiqué par l'échelle placée en haut de la figure.

Fig. 2. *Dictyosporium (opacum?)*. Conidies du *Leptosphaeria herpotrichoïdes*. *a* mycélium du *Leptosphaeria* émettant deux conidies *d* et présentant un certain nombre d'ampoules perforatrices. *b* état jeune des conidies. *c* état plus avancé. L'échelle placée au milieu de la figure marque le grossissement.

Planche III.

Fig. 1. Mycélium du *Leptosphaeria herpotrichoïdes* présentant de nombreuses ampoules perforatrices. Ces ampoules sont réunies en plaques plus ou moins étendues formant un faux parenchyme appliqué étroitement contre le chaume.

Fig. 2. Fragment d'une plaque de faux parenchyme à cellules perforatrices, détachées du chaume.

Fig. 3. Lambeau d'épiderme dépouillé de la plaque de faux parenchyme qui le recouvrait et montrant les trous correspondant aux ampoules perforatrices. On constate que les filaments mycéliens perforent la membrane de part en part sans cheminer dans son épaisseur, sauf lorsqu'ils pénètrent entre deux cellules épidermiques; dans ce cas ils se dirigent obliquement vers la cavité cellulaire la plus voisine.

Le grossissement pour les figures 2 et 3 est indiqué par l'échelle placée entre ces deux figures.

Fig. 4. Plaque de faux parenchyme formée à la surface du chaume par le mycélium de l'*Ophiobolus graminis* obtenu par semis à l'état de pureté. Ce mycélium ne présente pas d'ampoules perforatrices isolées, celles-ci ne se rencontrent que dans les plaques de faux parenchyme. Les mailles du réseau mycélien sont plus régulières que dans le mycélium du *Leptosphaeria* et la dimension des filaments est un peu plus grande.

Fig. 5. Fragment d'épiderme dépouillé de la plaque de faux parenchyme qui le recouvrait, montrant les orifices de pénétration correspondant aux cellules perforatrices du mycélium de l'*Ophiobolus graminis*.

On voit que, chez cette espèce, les filaments perforants cheminent pendant un certain temps dans l'épaisseur de la membrane en rougeant celle-ci d'une manière irrégulière.

Le grossissement est indiqué par l'échelle placée entre les figures 4 et 5.

